

# НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

## «Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

Факультет інформатики та обчислювальної техніки

Кафедра обчислювальної техніки

«На правах рукопису»

УДК \_\_\_\_\_

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

Стіренко С.Г.

(підпис)

(ініціали, прізвище)

“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2020 р.

## Магістерська дисертація

зі спеціальності: 123. Комп'ютерна інженерія  
(код та назва напрямку підготовки або спеціальності)

Спеціалізація: 123. Комп'ютерні системи та мережі

на тему: Інтерактивний додаток аналітичного оцінювання якості навчального заняття

Виконав (-ла): студент (-ка) 2м курсу, групи ІВ-91мп  
(шифр групи)

Верченко Максим Сергійович  
(прізвище, ім'я, по батькові) (підпис)

Науковий керівник проф., д.т.н., Писарчук О.О.  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали) (підпис)

Консультант 1-4 проф., д.т.н., Кулаков Ю.О.  
(назва розділу) (посада, вчене звання, науковий ступінь, прізвище, ініціали) (підпис)

Рецензент \_\_\_\_\_  
(посада, науковий ступінь, вчене звання, науковий ступінь, прізвище та ініціали) (підпис)

Засвідчую, що у цій магістерській дисертації немає запозичень з праць інших авторів без відповідних посилань.

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Київ – 2020 року

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ

**«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ ІМ.  
І.СІКОРСЬКОГО»**

**ФАКУЛЬТЕТ ІНФОРМАТИКИ ТА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

**КАФЕДРА ОБЧИСЛЮВАЛЬНОЇ ТЕХНІКИ**

Рівень вищої освіти – другий (магістерський)

Напрямок підготовки **123 – «Комп'ютерна інженерія»**

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

\_\_\_\_\_ С.Г. Стіренко

(підпис)

(ініціали, прізвище)

"\_\_" \_\_\_\_\_ 2020 року

**ЗАВДАННЯ  
НА МАГІСТЕРСЬКУ ДИСЕРТАЦІЮ СТУДЕНТА**

Верченка Максима Сергійовича

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема проекту Інтерактивний додаток аналітичного оцінювання якості навчального заняття

керівник проекту \_\_\_\_\_ д.т.н., проф. каф. ОТ, Писарчук Олексій Олександрович  
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом по університету від «26» жовтня 2020 року № 3132-с

2. Строк подання студентом дисертації 09.12.20

3. Вихідні дані до проекту – дивись технічне завдання

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити) Аналіз відомих методологій та технологій: аналіз відомих методологічних основ, про аналіз відомих методологічних основ, формалізація задачі та постановка часткових задач досліджень. Розробка інтерактивного додатку, розробка методики багатокритеріального оцінювання, розробка узагальненої математичної моделі багатокритеріального оцінювання, розробка інтерактивного додатку, інженерія вимог, архітектурне проектування, програмна реалізація. Приклад

застосування інтерактивного додатку: демонстрація практичних можливостей, програмна документація. Розробка стартап-проекту. Висновки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень) блок-схема додатку(3 шт), use-case діаграма(1 шт), діаграма класів(2 шт)

6. Консультанти розділів проекту

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1-4	Кулаков Ю.О., проф. каф. ОТ, д.т.н.		

7. Дата видачі завдання 01.09.2020

### КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

N з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів проекту	Примітка
1	Вивчення необхідної літератури	10.09.2020	
2	Огляд існуючих рішень	25.09.2020	
3	Складання і узгодження технічного завдання	28.09.2020	
4	Написання вступної частини та огляд рішень	25.09.2020	
5	Розробка архітектури додатку	10.10.2020	
6	Тестування та виправлення помилок	05.11.2020	
7	Оформлення документації дипломного проекту	15.11.2020	

Студент \_\_\_\_\_  
(підпис)

Верченко М.С.  
(прізвище та ініціали)

Керівник проекту \_\_\_\_\_  
(підпис)

Писарчук О.О.  
(прізвище та ініціали)

## Реферат

**Магістерська дисертація:** 83 с., 18 рис., 24 табл., 23 джерел.

**Актуальність проблеми.** Відсутність на ринку швидкого та зручного рішення проблеми неефективності проведення навчальних занять.

**Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами.** Є авторською роботою у сфері веб-розробки.

**Мета і задачі дослідження.** Автоматизація процесу оцінювання якості навчального заняття для підвищення ефективності освітнього процесу.

**Об'єкт дослідження.** Об'єктом дослідження є і математичні моделі багатокритеріального оцінювання.

**Предмет дослідження.** Процес автоматизованого оцінювання ефективності навчального заняття.

**Новизна одержаних результатів.** Впровадження методів багатокритеріального аналізу в програмний продукт

**Ключові слова.** *Багатокритеріальне оцінювання, API, Інтегрована оцінка, JavaScript.*

## Abstract

**Master's dissertation:** 83 pages, 18 figures, 24 tables, 6 appendices, 23 sources.

**The urgency of the problem.** Lack of a quick and convenient solution to the problem of inefficiency of training in the market.

**Relationship of work with scientific programs, plans, themes.** Is an author's work in the field of web development.

**Purpose and tasks of the research.** Automation of the process of evaluating the quality of training to increase the efficiency of the educational process.

**Object of study.** The object of research are mathematical models of multifactor evaluation.

**Subject of study.** The process of automated evaluation of the effectiveness of the training session.

**The novelty of the results.** Obtaining a software product aimed at improving the quality of the training session, through an online survey.

**Keywords.** *Multicriteria evaluation, API, Integrated assessment, JavaScript.*

## **АНОТАЦІЯ**

Даний магістерський дипломний проект присвячений дослідженню процесів автоматизованого оцінювання ефективності навчального заняття. Метою розробки є автоматизація процесу оцінювання якості навчального заняття для підвищення ефективності освітнього процесу.

У роботі проведено дослідження готових реалізацій наближених до системи програм, визначено їх переваги та недоліки та розроблено вимоги до даного додатку.

Розроблений програмний додаток дозволяє викладачу у режимі реального часу проводити анонімне онлайн опитування серед студентів після кожного навчального заняття. Отримавши усі данні від студентів, відбувається розрахунок інтегрованої оцінки заняття, за якою можна вирішити, на скільки воно було продуктивне.

## **ANNOTATION**

This master's thesis project is devoted to the study of the processes of automated evaluation of the effectiveness of the training session. The purpose of the development is to automate the process of assessing the quality of training to improve the efficiency of the educational process.

The study of ready implementations of programs close to the system is carried out, their advantages and disadvantages are determined and the requirements to this appendix are developed.

The developed software application allows the teacher to conduct an anonymous online survey among students in real time after each lesson. Receiving all the data from the students, there is a calculation of an integrated assessment of the lesson, which is used to decide how productive it was.

# **Технічне завдання до магістерської дисертації**

на тему: «Інтерактивний додаток аналітичного оцінювання якості навчального  
заняття»

## **ЗМІСТ**

1.	НАЙМЕНУВАННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ.....	2
2.	ПІДСТАВИ ДЛЯ РОЗРОБКИ.....	2
3.	МЕТА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ.....	2
4.	ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ.....	2
5.	ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ.....	2
6.	ЕТАПИ РОЗРОБКИ.....	3

# **НАЙМЕНУВАННЯ ТА ОБЛАСТЬ ЗАСТОСУВАННЯ**

Технічне завдання стосується розробки додатку для аналітичного оцінювання якості навчального заняття .

Областю застосування системи є обчислення інтегрованої оцінки навчального заняття.

## **ПІДСТАВИ ДЛЯ РОЗРОБКИ**

Підставою для розробки є завдання на виконання магістерської дисертації, затверджене кафедрою обчислювальної техніки Національного технічного університету України «Київський політехнічний інститут ім. І.Сікорського».

## **МЕТА ТА ПРИЗНАЧЕННЯ РОЗРОБКИ**

Метою є автоматизація процесу оцінювання якості навчального заняття для підвищення ефективності освітнього процесу.

## **ДЖЕРЕЛА РОЗРОБКИ**

Джерелом розробки є науково-технічна література, публікації в спеціалізованих періодичних виданнях, довідники по платформах дистанційного навчання, публікації в мережі Інтернет по даній темі.

## **ТЕХНІЧНІ ВИМОГИ**

Додаток, що розробляється повинен:

- Розробляється у формі web-додатку з повнофункціональною та мобільною версіями на кросфункціональній основі;
- Опитування проводиться після заняття з відкриттям доступу студентів викладачем на обмежений час. Закриття доступу здійснюється автоматично;
- За результатами опитування в інтерактивному додатку здійснюється формування аналітичного звіту-оцінки;
- Результат оцінювання має бути доступний лише викладачу та адміністратору інтерактивного додатку;
- Опитування здійснюється анонімно з доступом за посиланням



## ЕТАПИ РОЗРОБКИ

Назва етапу	Дата
Вивчення необхідної літератури	10.09.2020
Огляд існуючих рішень	25.09.2020
Складання і узгодження технічного завдання	28.09.2020
Написання вступної частини та огляд рішень	25.09.2020
Розробка архітектури додатку	10.10.2020
Тестування та виправлення помилок	05.11.2020
Оформлення документації дипломного проекту	15.11.2020

# **Пояснювальна записка до магістерської дисертації**

на тему: «Інтерактивний додаток аналітичного оцінювання якості навчального  
заняття»

Київ – 2020

# ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
РОЗДІЛ 1 .....	6
АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	6
1.1. Аналіз відомих методологічних основ щодо оперативного оцінювання навчальних занять, процесів та систем.....	6
1.2. Аналіз відомих технологічних рішень щодо оперативного оцінювання ефективності навчальних занять. ....	12
1.2.1. Classroom.....	12
1.2.2. Google Forms.....	17
1.2.3. Survio .....	19
1.2.4. Survey Monkey .....	20
1.3. Формалізація задачі та постановка часткових задач досліджень. ....	21
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1 .....	24
РОЗДІЛ 2 .....	25
РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ АНАЛІТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАНЯТТЯ.....	25
2.1. Розробка методики багатокритеріального оцінювання якості навчального заняття. ....	25
2.2. Розробка узагальненої математичної моделі багатокритеріального оцінювання якості навчального заняття. ....	27
2.3. Розробка інтерактивного додатку аналітичного оцінювання якості навчального заняття. ....	34
2.3.1. Інженерія вимог.....	34

2.3.2. Архітектурне проектування інтерактивного додатку. ....	36
2.3.3. Програмна реалізація інтерактивного додатку. ....	44
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2 .....	51
РОЗДІЛ 3 .....	52
ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ АНАЛІТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАНЯТТЯ. ....	52
3.1. Демонстрація практичних можливостей розробленого додатку. ....	52
3.2. Програмна документація .....	58
ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3 .....	62
РОЗДІЛ 4 .....	63
РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ .....	63
4.1. Опис ідеї проекту .....	63
4.2. Розвиток ринкової стратегії стартап-проекту .....	64
4.3. Розробка маркетингової програми стартап-проекту .....	66
4.4. Аналіз ринкових можливостей стартап-проекту .....	71
ВИСНОВКИ .....	80
Список використаної літератури .....	81

## ПЕРЕЛІК ТЕРМІНІВ ТА СКОРОЧЕНЬ

<b>ОС</b>	Операційна система.
<b>SDK</b>	(англ. Software development kit) – набір із засобів розробки, утиліт і документації, який дозволяє програмістам створювати прикладні програми за визначеною технологією або для певної платформи.
<b>Фреймворк</b>	Програмне забезпечення, що полегшує розробку складних систем.
<b>API</b>	Прикладний програмний інтерфейс

## ВСТУП

**Актуальність дослідження.** На сьогоднішній день отримання освіти у навчальних закладах є цілком обов'язковим та необхідним для подальшого будівництва кар'єри та перспективної роботи. Для того щоб до цього прийти, людина повинна отримати достатньо знань, та вмінь. Поданий матеріал на практичних заняттях та лекціях повинен буди актуальним, зрозумілим та якісним.

Іншим пунктом є саме якість отримання цього матеріалу. Багато викладачів не розуміють із за чого студенти мають низькі бали на самостійних роботах та не можуть відповісти на банальні питання по даному предмету. В більшій частині це залежить саме від студента, та його заохоченні в навчанні та отриманні знань. Але бувають такі випадки, що викладач, сам цього не підозрюючи, викладає матеріал якимось не зрозуміло для студента. Це може бути причиною низької ефективності студента, втрати зацікавленості до предмету та незасвоєння матеріалу.

Для вирішення цієї проблеми, було пропоновано розробити інтерактивний додаток, призначений для on-line оцінювання якості навчального заняття шляхом інтерактивного опитування студента. Після кожного заняття, студенту буде відправлятися викладачем автоматично генероване посилання на веб-додаток, у якому можна пройти анонімне опитування. Система передбачає збереження даних опитування за кожним заняттям в межах дисципліни з прив'язкою до викладача.

**Метою** даної роботи є автоматизація процесу оцінювання якості навчального заняття для підвищення ефективності освітнього процесу.

Відповідно з метою були поставлені такі завдання:

1. Аналіз відомих методологічних основ щодо оперативного оцінювання ефективності навчальних занять, процесів та систем загалом.

2. Аналіз відомих технологічних рішень щодо оперативного оцінювання ефективності навчальних занять.

3. Розробка методики багатокритеріального оцінювання навчального заняття.

4. Розробка математичної моделі багатокритеріального оцінювання ефективності навчального заняття.

5. Розробка інтерактивного додатку аналітичного оцінювання якості навчального заняття.

6. Оформлення результатів розробки інтерактивного додатку у формі стартап-проекту.

**Об'єктом дослідження** являється процес автоматизованого оцінювання ефективності навчального заняття.

**Предметом дослідження** являються математичні моделі багатofакторного оцінювання.

## РОЗДІЛ 1

### АНАЛІЗ ВІДОМИХ МЕТОДОЛОГІЙ ТА ТЕХНОЛОГІЙ ОЦІНЮВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.

#### 1.1. Аналіз відомих методологічних основ щодо оперативного оцінювання навчальних занять, процесів та систем.

В загальному розумінні оцінка - це систематичний процес і всебічне вивчення конкретного об'єкта, ситуації, системи, процесу реалізації програми або його наслідків, які здійснюється з метою розробки плану подальших дій та рекомендації щодо покращення ситуації або підвищення ефективності впровадження певної діяльності.

Коротко розглянемо значення "оцінка" та деякі види оцінки.

В загальному розумінні, оцінка означає остаточний висновок, ефективність процесу, думку про стан предмета, об'єкт програми. Визначення рейтингу програми, пропоноване дослідником з Америки, Майклом Патеном, підтверджує необхідність використання результатів оцінювання в практичній роботі. Оцінюючи ефективність діяльності, Патон розуміє процес систематичного збору інформації для попередньо визначених користувачів із заздалегідь обраною темою з широким обсягом питань, залучених до цієї діяльності.

Існують декілька основних типів оцінки, які використовуються у різноманітних соціологічних, педагогічних, та моніторингових дослідженнях.

Ці типи є: оцінка впливу, оцінка ситуації та оцінка процесу. Вони мають різне розподілення у часі та потрібні для окремих цілей.

Оцінка ситуації впливає з висновку, що робиться на основі систематичних результатів дослідження ситуації та проводиться, для основної групи споживачів, взагалі, до початку управлінського (або педагогічного) впливу на об'єкт з метою розробки задовільного потребам проекту діяльності.

Оцінка процесу - висновок, що формується, у разі необхідності, під час реалізації програми, заходів, реформи, і який спрямований на розробку



коригуючих дій для підвищення ефективності трансформаційного впливу на об'єкт.

Інколи, ці типи оцінок називають формуючими.

Оцінка процесу містить ступень її охоплення, повноту виконання згідно з планом дій та оцінку змісту діяльності (програми).

Можливі такі сценарії:

а) при виявленні, що програма взагалі не виконується або не досягає передбачених цілей (груп, категорій) впливу, тоді немає необхідності переходити до наступного етапу оцінки, оскільки в цьому випадку позитивні результати вже не очікуються;

б) при оцінюванні діяльності чи певного її напрямку виявляється, що вона реалізується згідно з планом, тоді потрібно не зупинятися та оцінити короткострокові та проміжні результати. Цей етап називається оцінкою результатів.

Наприклад, під час впровадження освітньої програми у ЗНЗ, яка передбачає поступове введення в навчальний процес нового предмету (наприклад, «Основи здоров'я»), результати може бути наступними: кількість учнів, які беруть участь в експерименті; кількість викладачів, що отримали особливу підготовку з методики викладання цього предмета.

Якщо збільшити кількість числових значень цих показників, це може призвести до зменшення кількості дітей та підлітків, які свідомо дотримуються здорового способу життя. Однак таке оцінювання динаміки кількості викладачів і студентів (так званий статистичний моніторинг) не здійснюється, та не може служити основою для підтвердження ефективності впровадження цього навчального предмету. Ці кількісні дані, звичайно, важливі, але факт збільшення цих показників сам по собі НЕ є свідченням вагових позитивних змін у ситуації покращення здоров'я студентського навколишнього середовища і не може відтворити вплив навчального предмета, якщо у поведінці студентів не відбувається відповідних змін. Також, це може бути неточними вимірами, якщо підлітки вкажуть достовірні показники, що до дотримання здорового способу

життя. Ці показники повинні бути записані в програмі відповідного моніторингового дослідження.

Оцінка впливу - найвіддаленіший висновок у часі, оскільки, обчислюється, як правило, через деякий час після навчання, для виявлення ступеню впливу на досягнення поставлених цілей, по досягненню освітньої програми, або впровадженню якого-небудь виду діяльності у ЗНЗ

Оцінка впливу дає можливість сформулювати кумулятивну оцінку як результат усіх видів діяльності для обчислення ефективності, особливо соціальної, та ефективності запропонованої програми або діяльності. Поняття сформованої та підсумкової оцінки ввів американський вчений Майкл Скривен.

Першочергово, потрібно з'ясувати, що саме буде розцінюватись предметом оцінювання. Для цього потрібно спочатку обрати вид моніторингу, який будемо використовувати – внутрішній, чи зовнішній. Опорними пунктами є суб'єкт та оцінювання.

Оцінка, моніторинг та оцінювання дуже схожі між собою, але це не синоніми. Вони дуже зв'язані між собою, як процесуально, так і змістовно.

Поняття «моніторинг» стало загальновизнаним як в науці, так і в інших сферах суспільного практики. Йдеться про постійному спостереженні за яким-небудь процесом з метою виявлення його відповідності бажаному результату. Інакше кажучи, якщо діагностика ситуації здійснюється систематично з певною заданою періодичністю і з використанням однієї і тієї ж системи індикаторів, ми маємо справу з моніторингом.

Вперше моніторинг був використаний в ґрунтознавстві, потім в екології та інших суміжних науках. В даний час він вивчається і використовується і в технічних, в соціальних науках, і в різних сферах практичної діяльності. Є підстави говорити, що залишилося мало областей діяльності, де в тій чи іншій мірі не використовувався б моніторинг.

Перевірка і оцінка результатів навчання припускають якесь висновок про значення або про ступінь відповідності певним критеріям. Розрізняють два типи перевірки і оцінки. Перевірка, призначенням якої є спостереження за ходом

навчання і перевірка з метою оцінки результатів навчальної діяльності. Історично перевірка, націлена на вдосконалення процесу навчання, і перевірка з метою підсумкової оцінки, часто переплітаючись між собою, пройшли свій власний шлях формування і розвитку. При неформальних заняттях оцінювання здійснюється найчастіше невербальними методами. при формалізованому навчанні у зв'язку з обов'язковістю освіти зростають вимоги до точності та об'єктивності перевірки й оцінки. З зростаючою роллю оцінки зростають вимоги до її якості і достовірності. індивідуалізація і вдосконалення дидактичних заходів, з одного боку, і зростаючі вимоги до критеріїв інструментів перевірки, з іншого, зумовлюють один одного і сприяють обопільного розвитку.

Контроль є невід'ємною частиною процесу навчання. суть його полягає у виявленні рівня засвоєння знань учнів, який повинен відповідати обов'язкового мінімуму навчання.

Функції контролю:

- діагностує;
- виховна;
- розвиваюча;
- освітня.

Оскільки контроль є однією зі складових навчального процесу, то він повинен відображати його основні функції: освітню, виховну та розвиваючу. До цих вимог слід додати диференційований підхід, розвиток і використання функції самоконтролю.

Повнота і всебічність забезпечуються створенням комплексу перевірочних, самостійних і контрольних робіт з усіх розділів і тем, включеним в навчальну програму, з урахуванням вимог до рівня підготовки.

Регулярність і системність пов'язані з дотриманням періодичності та безперервності контролю на всіх етапах навчання. безперервна система контролю дозволяє відстежувати динаміку засвоєння знань, забезпечує оперативну корекцію результатів навчання. Об'єктивність і валідність є основними характеристиками системи контролю, їх наявність гарантує якість і

підвищує достовірність отриманої в ході контролю інформації. У процесі контролю здійснюється перевірка засвоєння і розуміння термінів, принципів і понять, сенсу концепцій, наукових знань і відкриттів, а також освоєння практичного досвіду і прийомів роботи як спеціальних, так і загальних, організації і планування діяльності особистої і в складі колективу. Таким чином, реалізується триєдине завдання навчання: освіта, розвиток і виховання.

Велику роль в даний час грає здатність учня самостійно оцінювати свої знання і вміння, коригувати їх у відповідності до вимог рівня підготовки. Розумне поєднання контролю і самоконтролю посилить ефективність проведених контролюючих заходів.

На сьогоднішній день існує безліч форм контролю за якістю навчання і засвоєння матеріалу.

Все частіше на заняттях з майже усіх дисциплін, використовуються такі нетрадиційні форми контролю як реферати, конкурсні проекти, дидактичні ігри. В якості підсумкового контролю може служити проект, курсова робота, підсумковий тест. Наявність комп'ютерного класу дозволяє диференціювати і індивідуалізувати контроль знань. Форми контролю результатів навчання можна розділити на два типи: «машинний» і «безмашинний». Серед безмашинних засобів перевірки найбільш поширені в практиці роботи навчального закладу усне опитування учнів, доповідь, самостійна і контрольна роботи.

Всі перераховані форми контролю та оцінки знань представлені в табл. 1.

Таблиця 1.1 - Форми контролю і оцінки знань на заняттях в навчальному закладі

Традиційні способи	Безмашинні способи контролю	Змішані способи	Машинні способи контролю
	<ul style="list-style-type: none"> <li>- усне опитування</li> <li>- усна самостійна робота</li> <li>- виступ з доповіддю</li> <li>- усний залік</li> <li>- бліц опитування</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-самостійна робота</li> <li>-контрольна робота</li> <li>- залік</li> <li>- курсова робота</li> <li>- тест</li> <li>- іспит</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-практична робота</li> <li>-лабораторна робота</li> </ul>
Нетрадиційні способи		<ul style="list-style-type: none"> <li>-дослідницька робота</li> <li>- творча робота</li> <li>- твір</li> <li>- конференція</li> <li>- аукціон</li> </ul>	

Використання комп'ютера дозволяє якісно змінити контроль за діяльністю учнів, забезпечуючи при цьому гнучкість управління навчальним процесом. Комп'ютер дозволяє перевірити всі відповіді, а під багатьох випадках він не тільки фіксує помилку, але досить точно визначає її характер, що допомагає вчасно усунути причину, зумовлюють її появу. Студенти більш охоче відповідають комп'ютера, і якщо комп'ютер ставить їм «двійку», то горять бажанням як якомога швидше її виправити. Викладачеві не потрібно закликати студентів до порядку і увазі. Студент знає, що якщо він відвернеться, то не встигне вирішити приклад чи виконати завдання.

## **1.2. Аналіз відомих технологічних рішень щодо оперативного оцінювання ефективності навчальних занять.**

Розглянемо найпопулярніші додатки для оперативного оцінювання ефективності навчальних занять

### **1.2.1. Classroom**

Google Classroom - це безкоштовний Інтернет-інструмент для співпраці, розроблений Google як частина G Suite for Education. За допомогою облікового запису Google викладачі можуть використовувати платформу для створення віртуального класу, запрошувати учнів відвідувати інструктаж у прямому ефірі та записувати оцінки учнів. Google Classroom також заохочує участь батьків. Вчителі можуть запросити батьків до Google Classroom, щоб поділитися резюме студентських робіт та отримати автоматизовані електронні зведення студентських робіт та анонси класів.

Спочатку Google Classroom був запущений в 2014 році як ексклюзивний інструмент для шкільних систем. Він пропонував підтримку викладачам та студентам, але вимагав перевірки облікового запису у більш широкій адміністрації школи. У 2017 році Google видалив вимогу G Suite for Education та розширив можливість розміщення або приєднання до курсу до будь-якого основного власника облікового запису Google. Оскільки платформа Classroom стала доступною для широкого загалу, Google також випустив ряд оновлень інтерфейсу користувача, варіанти налаштування та додав підтримку віджетів / інтеграції.

Однією з найбільших проблем Google Classroom серед викладачів, студентів та батьків є можливості конфіденційності та безпеки. Оскільки це безкоштовна платформа для використання, багато критиків Google Classroom уважно вивчають практики збору даних Google - як обсяг зібраних даних, так і те, як вони використовуються. Подібним чином у 2020 році з'явився великий обсяг звітів, в яких описувались анонімні користувачі, які відвідували збори Google Classroom без дозволу викладачів. Google відповів на ці звіти,

оголосивши, що за замовчуванням користувачі повинні входити в обліковий запис Google, щоб отримати доступ до наради Google Classroom.

### Інтеграція Google Classroom

Хоча Google Classroom і є відносно базовим інструментом сам по собі, він інтегрує інші програми від G Suite та сторонніх розробників для створення надійної платформи для співпраці. Зокрема, він спирається на низку інструментів, щоб забезпечити вчителів інструментами, необхідними для полегшення дистанційного навчання, зокрема:

Gmail: Платформа електронної пошти, яка організовує повідомлення Класу разом з іншими електронними листами.

Документи, таблиці та слайди: набір інструментів для обробки текстів, електронних таблиць та презентацій, які підтримують редагування та співпрацю в режимі реального часу.

Forms: Інструмент опитування для створення вікторин та збору інформації для студентів.

Meetings: Платформа для відеоконференцій для проведення інструктажів у прямому ефірі та зустрічей 1: 1.

Calendar: інструмент планування для відстеження нарад, занять та термінів призначення.

Drive: хмарна платформа для зберігання даних, яка дозволяє зберігати та обмінюватися планами уроків, завданнями та презентаціями.

Сервіс «Classroom» зручний тим, що реєструватися окремо не потрібно, достатньо створити Google аккаунт і електронну пошту Gmail. Наступний крок - вчителю необхідно створити курс, вказавши у відповідному вікні назву курсу, розділ, предмет і аудиторію. На Рисунку 2 зображена головна сторінка особистого кабінету.

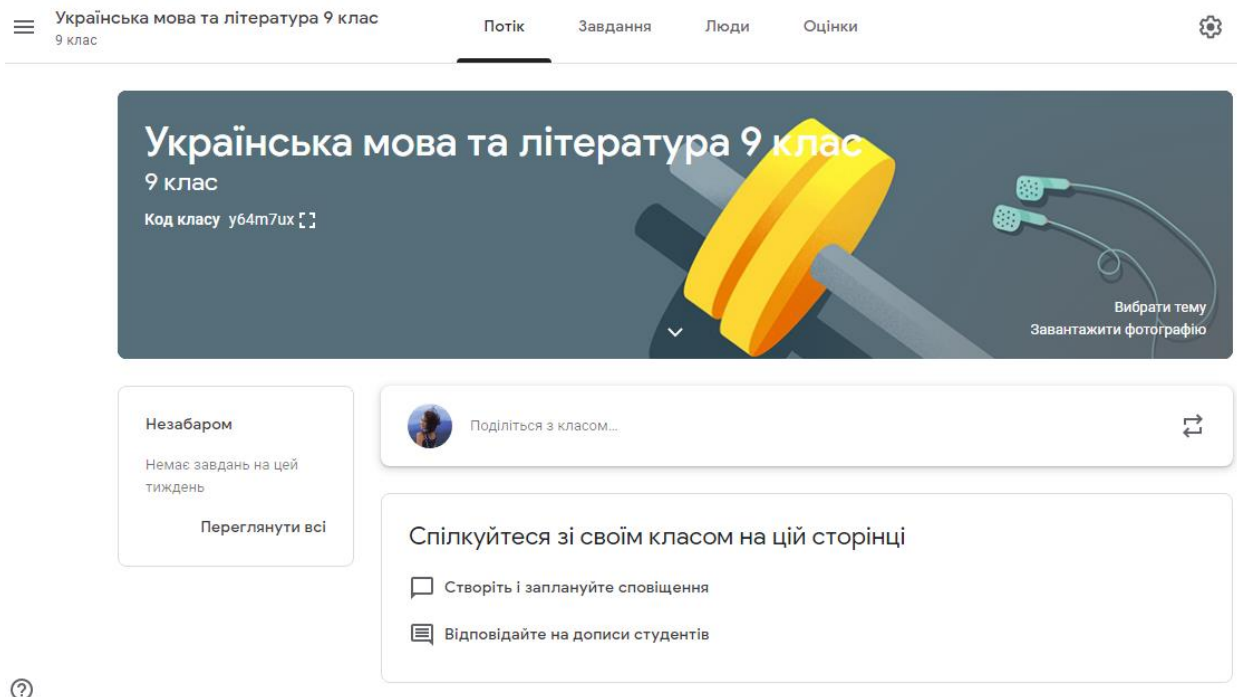


Рисунок 2. Головна сторінка веб-додатку Google Classroom

Студенти можуть приєднатися до вашого класу за допомогою коду об'єднання (вище). Це швидкий, простий спосіб залучити учнів до свого класу. Показуючи код приєднання, студенти можуть увійти в Google Classroom, натиснув кнопку “+” та “Приєднатися до класу”, щоб ввести код приєднання. Потім вони додаються до вашого класу.

Ви можете запросити учнів до свого класу електронною поштою. Це хороший варіант, якщо студенти не зустрічаються особисто для вашого класу. Для цього натисніть на вкладку “Люди” вгорі. Потім натисніть кнопку «Запросити студентів» (піктограма з особою та плюсом). Ви можете запросити студентів окремо за допомогою електронних адрес або за групами, якщо всі студенти входять до групи Google.



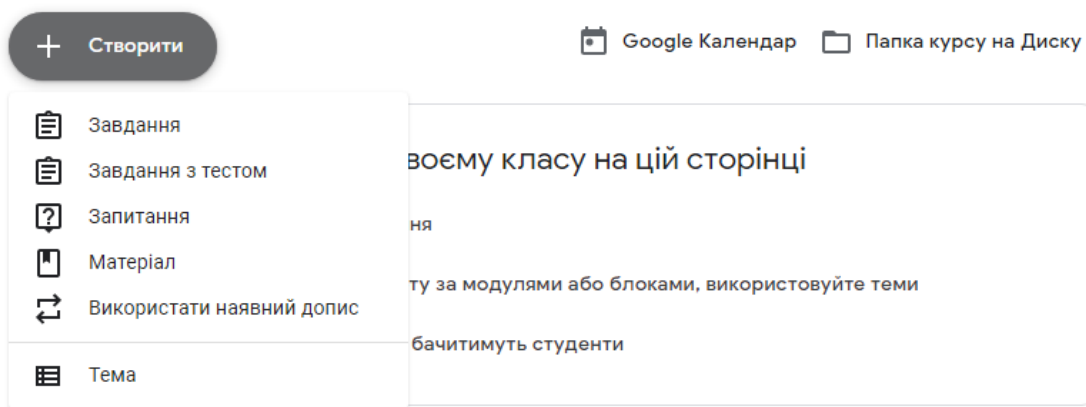


Рисунок 3. Приклад роботи веб-додатку Google Classroom

Ви можете створити оціночне запитання, на яке відповідатимуть студенти, вікторину або завдання для учнів. Ви можете створити їх на вкладці “Робота в класі”. Ви також можете вкласти матеріал, який хочете, щоб студенти побачили, або використати стару публікацію повторно.

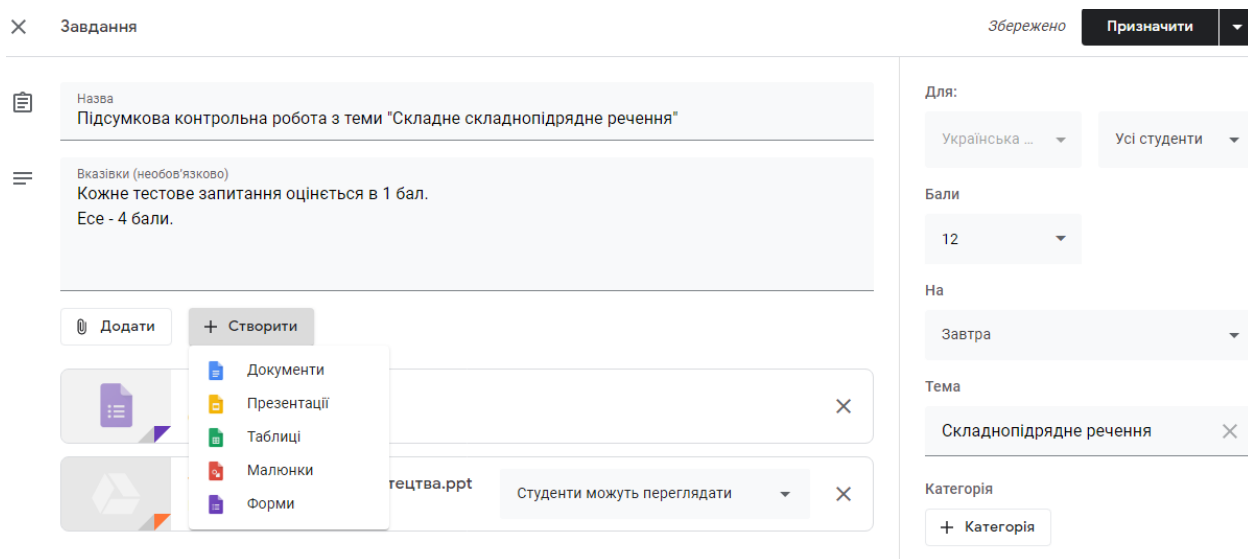


Рисунок 4. Приклад загальних налаштувань Google Classroom

Якщо у вас є різні завдання, підрозділи, теми тощо, ви можете класифікувати свої завдання та запитання за темами, щоб все було організовано.

У розділі “Класна робота” натисніть кнопку “Створити” та додайте тему. Потім кожного разу, коли ви створюєте нове завдання або оголошення, ви зможете додати цю тему до нього.

Опція «Blank Quiz» - створення і редагування тестів за допомогою Google Форм. Так виглядає приклад тестового питання – Рисунок 5.

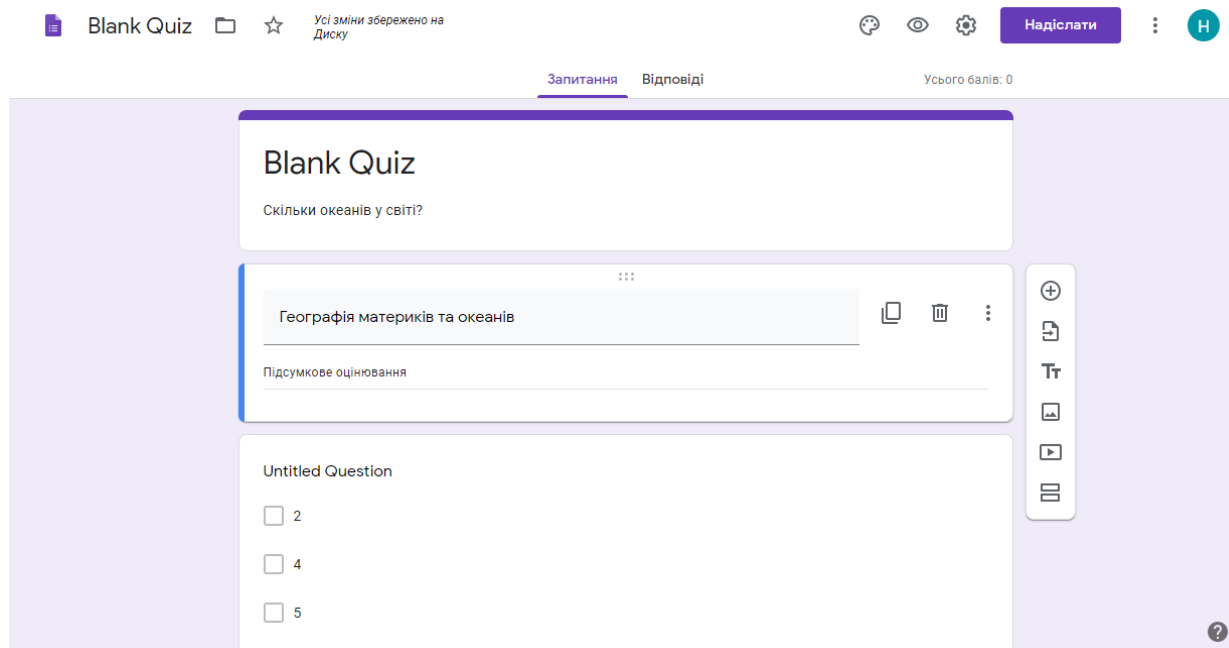


Рисунок 5. Приклад тестового завдання веб-додатку Google Classroom

Google Classroom знаходиться між користувачем та Google Drive і забезпечує зручний для викладачів / студентів спосіб управління документами в класі. Ось що ви можете зробити з Google Classroom:

Виконувати завдання: Головне, що ви, як вчитель, будете робити з Google Classroom, - це робити домашні завдання для своїх учнів. Коли ви створюєте завдання, ви можете завантажити необхідні документи, щоб учні могли читати їх або працювати над ними. Студенти отримують електронною поштою повідомлення про нове завдання. Студенти здають завдання, коли закінчують, а потім ви можете оцінити завдання.

Здійснювати оголошення: Якщо у вас є швидке повідомлення для всього класу, ви можете швидко ввести оголошення, яке буде надіслано електронною поштою всім вашим учням класу.

Зберігати матеріали в класі: матеріали, які ви додаєте до завдання, - це не єдині документи, які ви можете зберігати. Ви можете зберігати будь-які інші необхідні документи для студентів на Google Drive.

Дозволити студентам взаємодіяти: студенти мають можливість коментувати завдання та оголошення, а також надсилати електронною поштою один одному через інтерфейс Класу. Призначте завдання, заплануйте його автоматичну публікацію пізніше або збережіть своє завдання як чернетку, щоб закінчити пізніше. В цілому додаток є дуже сучасним та зручним, але має ряд вагомих недоліків:

- **Труднощі в обміні.** За механізмом Google Class, студенти не можуть ділитися своєю роботою з друзями, поки не стануть власником цього документа. Вони повинні потребувати схвалення, навіть якщо хочуть поділитися своїми уроками з іншими товаришами.
- **Обмежена інтеграція.** Студенти не мають свободи впорядковувати навчальний матеріал та керувати термінами роботи в Google Classroom. Причиною цього є те, що Google Classroom не інтегрований з Google або навіть будь-яким іншим календарем.
- **Управління аккаунтом.** Одним з недоліків цього механізму є те, що кілька доменів не можуть отримати до нього доступ. Особистий обліковий запис Gmail не можна використовувати для входу. Це створює клопоти для студентів, оскільки вони мають увійти в програми Google для навчання.
- **Немає автоматичних оновлень.** Система Google Classroom не може бути оновлена автоматично. Отже, студентам потрібно щодня оновлювати його, щоб уникнути пропуску домашнього завдання чи завдання.

### **1.2.2. Google Forms**

Google Forms - це безкоштовний Інтернет-інструмент від Google, який дозволяє користувачам створювати форми, опитування та вікторини, а також спільно редагувати та обмінюватися формами з іншими людьми. Педагоги можуть використовувати форми Google, щоб оцінити своїх учнів на початку заняття та оцінити вже наявні знання. Крім того, форми Google можна використовувати для надання зворотного зв'язку та отримання відгуків від учнів та батьків. Так само студенти можуть використовувати форми Google для оцінки

власного навчання та встановлення навчальних цілей, а також для збору даних для своїх дослідницьких проектів.

Користування у Google Forms дуже просте, та не викликає ніяких питань щодо керування сервісом. Однак в ньому є всі основні функції, причому це абсолютно безкоштовно. Приклад створення онлайн форми на Рисунку 6.

Рисунок 6. Створення форми опитування у сервісі Google Forms

Важливо відзначити простий, лаконічний дизайн і високий рівень юзабіліті. Крім того, зовнішній вигляд можна кастомизувати відповідно до запропонованих тематик і навіть створювати теми самостійно. Для цього просто потрібно завантажити логотип або шапку, і алгоритм автоматично підбере відповідну палітру інтерфейсу.

Сервіс має багато тонких налаштувань. Питання можуть містити від текстових полів до чекбоксів. При оформленні можна використовувати картинки і відео.

Структура опитування може бути не лінійною, а варіативною. Відповідаючи на питання, люди будуть потрапляти на різні сторінки, в залежності від того, які

відповіді вони дають. Це істотно розширює потенційні сфери застосування і створює простір для творчості.

Сервіс кросплатформовий, тобто використовувати його можна на ПК, планшетах і смартфонах. Дані коректно синхронізуються. Робота з формами передбачена як для одного фахівця, так і для команди.

### **1.2.3. Survio**

Survio - це програмне забезпечення для проведення опитувань, маркетингових досліджень, оцінки задоволеності клієнтів і отримання зворотного зв'язку. Система надає більше 100 готових шаблонів для створення форм, а готовим опитуванням можна поділитися за допомогою URL-посилання, в соцмережах або через email.

Сфера застосування можливостей сервісу досить обширна: він зацікавить співробітників компаній, що працюють в областях дослідження ринку, надання товарів і послуг, туристичних організаціях і департаментах підтримки клієнтів. Відділи кадрів з його допомогою зможуть перевірити потенційних кандидатів і зібрати думки вже працюючих членів колективу, викладачі - оптимізувати навчальний процес, а приватні особи - спланувати сімейні заходи і дізнатися більше про своїх друзів.

Платформа дозволяє копіювати анкети, додавати будь-які з 19 типів питань, підключати тексти-підказки та організовувати питання у випадковому порядку. На кожній новій сторінці може бути один або кілька питань, вони автоматично нумеруються, там же є шкала прогресу відповідей. Оформити форми можна за допомогою шаблонів з бази Survio, так і завантаживши власні фотографії і відео, які також можна додати між питаннями. Плагін «Поділитися в соціальних мережах» дозволяє розшарити підсумковий результат в своєму акаунті Facebook, Twitter, Google+, LinkedIn. Доступні позначки обов'язкових для відповіді питань, проведення тестових опитувань з опцією попереднього перегляду, а також експорт анкети в PDF. Софт надає функції email-розсилки опитувальників, створення посилання на заповнення, вставки анкети на сайт у вигляді кнопки з можливістю зміни розміру і кольору. Крім того, доступна

статистика в реальному часі з даними про кількість розісланих запрошень, створення неанонімних анкет і імпорт контактів з Windows Live, Yahoo і Gmail.

Платформа дозволяє відображати питання анкети на одній або декількох сторінках, підтримує автоматичну нумерацію і шкалу прогресу. Є опція позначки обов'язкових питань, можна вставляти медійний контент.

Готові анкети можна доставити користувачам декількома способами: розмістити на сайті у вигляді форми або в форматі кнопки, відправити електронною поштою або поділитися в соціальній мережі.

Користуватися платформою можна в безкоштовному і платному варіантах. Безкоштовних можливостей вистачає для проведення опитувань і аналізу даних, проте функціонал експорту сильно урізаний - можна вивантажити тільки графіки. Експорт текстових звітів доступний тільки в платних тарифах, що обмежує можливості безкоштовного застосування.

#### **1.2.4. Survey Monkey**

Найпопулярніший конструктор опитувань в світі, з його допомогою користувачі збирають більше 15 мільйонів відповідей кожен день. Інтерфейс конструктора переобтяжений деталями і не дуже зручний в роботі. Це витрати функціоналу, який включає всі можливості хорошого конструктора і купу додаткових опцій на зразок бази готових питань, А / В-тестування і можливості запрошувати експертів для оцінки створеної анкети.

Недосвідченому користувачу буде трохи складно розібратися, що до чого. І це з урахуванням щедро розсипаних по сервісу підказок і докладного розділу «Довідковий центр».

З інших досягнень Surveymonkey є додаток для мобільних пристроїв, придатний для повноцінної роботи.

Цей сервіс призначений для створення швидких онлайн-опитувань. У безкоштовному тарифі передбачено до 10 питань для 1 анкет і робота зі 100 респондентами. Підходить для великих компаній, оскільки програма гарантує високий рівень контролю та безпеку під час керування вашими даними. Може

використовуватися для організації наради, опитування покупців, анкетування учасників заходу. Доступно також мобільний додаток.

Ви можете створити опитування і прямо під час уроку або наради дивитися на статистику отриманих відповідей. Сервіс дозволяє вставляти посилання на анкету в сайт або ділитися нею в соціальних мережах. У платформі доступні графіки з докладними звітами. Сервіс включає в себе інструменти для спільної роботи, створення тестів з виставленням оцінки, можливості для брендингу анкети. Отримані відповіді можна експортувати в .pdf, .xls, .csv, .ppt. Доступна інтеграція з MailChimp та Dropbox.

Переваги:

- Можливість безкоштовного використання і вибір платного тарифу з просунутим функціоналом.
- Проведення А / Б-тестування текстового контенту і зображень.
- Розсилка форм опитувань по електронній пошті, публікація питань в соціальних мережах Facebook, Twitter, LinkedIn, вбудовування опитування на сайт.
- Наявність готових шаблонів і можливість налаштування зовнішнього вигляду опитувань.
- Налаштування брендингу компанії з додаванням логотипу в опитування.
- Експорт підсумкових даних за опитуваннями в різних форматах, наприклад, PDF, PPT, CSV, XLS, а також Google Sheets, SPSS.
- Формування звітів та графіків на основі зібраних відомостей, фільтрація відповідей і їх порівняння за деякими параметрами.
- Наявність опцій для командної роботи з сервісом, мобільний додаток, інтеграції зі сторонніми системами.

### **1.3. Формалізація задачі та постановка часткових задач досліджень.**

Інтерактивний додаток призначений для on-line оцінювання якості навчального заняття шляхом інтерактивного опитування студентів.

У ході розробки передбачити наступне.

1. Програма розробляється у формі web-додатку з повнофункціональною та мобільною версіями на кросфункціональній основі.

2. Опитування проводиться після заняття з відкриттям доступу студентів викладачем на обмежений час. Закриття доступу здійснюється автоматично.

3. Опитування передбачає два рівні. Перший рівень трьохкомпонентна оцінка «висока-зелена», «середня-жовта», «низька-червона». Другий рівень передбачає відповідь на питання анкети з лінгвістичними категоріями «добре-погано» за десятибальною шкалою. Розширена анкета розробляється студентом у взаємодії із керівником.

4. За результатами опитування в інтерактивному додатку здійснюється формування аналітичного звіту-оцінки у складі:

кількість студентів, що прийняли участь в опитування;

загальна оцінка трьохрівневого опитування за середнім значенням оцінки кожної опції із зазначенням співвідношення розподілу оцінок;

середня оцінка за кожним окремим показником та співвідношення розподілу оцінок;

перелік показників з критичними оцінками;

перелік показників з підвищеними оцінками;

інтегрована оцінка за розгорнутою анкетною, як багатокритеріальна оцінка за нелінійною схемою компромісів;

просторова діаграма оцінок в залежності: показник-абсолютне-відносне значення.

загальний висновок про ефективність заняття за інтегрованою оцінкою.

Результати оцінювання формуються як екранний звіт так і у формі файлу обраного формату.

5. Результат оцінювання має бути доступний лише викладачу та адміністратору інтерактивного додатку.

6. Опитування здійснюється анонімно з доступом за посиланням.



7. Генерація коду доступу здійснюється як унікальна комбінація для кожного опитування.

8. Передбачити дієві механізми розмежування доступу для рівнів: адміністратор-викладач-студент.

9. Система повинна забезпечувати збереження даних опитування за кожним заняттям в межах дисципліни з прив'язкою до викладача, з подальшим масштабуванням описаної вище методології оцінювання на увесь курс конкретної дисципліни.

## ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 1

Під час виконання роботи були розглянуті відомі методології та технології оцінювання ефективності навчальних занять. Було розглянуто декілька готових реалізацій схожих додатків для швидкого онлайн опитування. Кожна з розглянутих реалізацій має ряд переваг та недоліків, завдяки яким можна вирішити, яким функціоналом повинен володіти розроблювальний веб-додаток.

Перелік основних недоліків:

- 1) Додатки пропонують повноцінне користування усіма можливостями, тільки при отриманні платної версії, або підписки.
- 2) Додатки мають не зрозумілий для користувача дизайн та функціонал, що не дозволяє отримати позитивний відгук від користування.
- 3) Завдяки своїй архітектурі, додатки можуть працювати повільно.

На основі отриманих недоліків складемо основні вимоги до розроблюваного додатку:

- 1) Додаток повинен бути цілком безкоштовним
- 2) Мати максимально зручний та простий інтерфейс користувача.
- 3) Розробити швидкий веб-додаток, який буде підтримувати кросплатформеність та кросбраузерність

Отримав зазначені недоліки від схожих реалізацій, можна розробити вимоги для розроблюваного додатку. Не має значення на якій операційній системі буде використовуватись веб-додаток, він буде універсальний. Реалізація Front-End частини буде виконуватись на мові JavaScript та фреймвору React. Серверна частина реалізована на платформі Node.js. Для зберігання даних буде використовуватись база даних MongoDB.

## РОЗДІЛ 2

### РОЗРОБКА ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ АНАЛІТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАНЯТТЯ.

#### 2.1. Розробка методики багатокритеріального оцінювання якості навчального заняття.

У попередньому розділі було вирішено що найбільш актуальним, результативним та сучасним є онлайн опитування. Стейкхолдерами цього процесу є саме студенти. На базі їх думок, зауважень та вирішень формується загальна картина успішності проведеного заняття. Метою цього розділу є саме коректна розробка методики оцінки за багатьма критеріями.

Веб-додаток представляє аналітичні результати з отриманих даних. Кожний респондент, на свій розсуд, дає індивідуальну відповідь на усі зазначені питання. Отриманні дані оцінок від кожного питання об'єднуються в загальний масив даних, на базі якого формується рейтингова оцінка конкретного заняття по факту його закінчення.

Найбільш важливим пунктом при розробці методики багатокритеріального оцінювання якості навчального заняття є розумний вибір критеріїв, за якими буде проводитись аналіз.

Було прийнято рішення розділити вхідні данні на три типи.

1) Данні типу світлофор. Представляють собою набір опцій з трьома варіантами вибору: «Відмінно», «Добре», «Погано». До кожної опції еквівалентно чисельне значення, яке буде потім використатися для побудування загальної моделі багатокритеріального оцінювання. До опції «Відмінно» відповідає значення «3». До опції «Добре» відповідає значення «2». До опції «Погано» відповідає значення «1». До опитування цього типу був представлений наступний перелік питань:

- a) Чи сподобалось вам заняття?
- b) Зміст заняття актуальний?
- c) Заняття спрямовано на потреби практичної діяльності?
- d) Методика проведення заняття сподобалась?

2) Данні типу шкали. Існує перелік питань, кожне з яких потрібно оцінити оцінкою. Оцінювання представляє собою варіацію чисельних значень за шкалою від 1 до 10. Вибір найменшої оцінки відповідає гіршому результату. Вибір більшої оцінки відповідає кращому результату. Отриманні данні за кожним питанням згодом також будуть використовуватись для побудування загальної моделі багатокритеріального оцінювання. До питання типу шкала було представлено наступний перелік запитань:

- a) Оцініть рівень цікавості заняття
- b) Оцініть рівень актуальності заняття
- c) Оцініть рівень практичної користі заняття
- d) Оцініть загальний рівень заняття

3) Данні типу коментар. Ці данні потрібні для того, щоб студент міг висловити загальне враження своїми словами на конкретні запитання. Це дає змогу викладачу отримати відгук та зрозуміти що саме потребують студенти для кращого розуміння матеріалу. До переліку запитань с типом «Коментар» було представлено наступні питання:

- a) Що би Ви додали до змісту заняття?
- b) Що би Ви додали до змісту заняття з позицій практики?
- c) Що би Ви змінили у методиці проведення заняття?

Після обробки отриманих даних, веб-додаток буде надавати можливість формувати графіки та діаграми в залежності від їх потреби:

- Розрахунок середньої оцінки по кожному питанню в залежності від кількості опитуваних та співвідношення розподілу оцінок
- Розрахунок кількості критичних показників по кожному питанню
- Загальна оцінка трьохрівневого опитування за середнім значенням оцінки кожної опції із зазначенням співвідношення розподілу оцінок
- Просторова діаграма оцінок в залежності: показник-абсолютне-відносне значення

## 2.2. Розробка узагальненої математичної моделі багатокритеріального оцінювання якості навчального заняття.

Метою цього розділу є розробка математичної моделі оцінювання, результатом якої буде інтегроване значення, яке описує ефективність навчального заняття. Значеннями за замовченням будуть данні, які студенти ввели у опитуванні. Із за того, що блоки опитування мають різні шкали оцінювання, потрібно розробити модель, яка порахує сумарне значення приводячи отримані данні до однієї шкали.

Для початку потрібно сформулювати систему часткових показників. У даному проекті сукупністю часткових показників  $Q_{ij}$  є саме оцінки, які студент поставив на відповіді у опитуванні. Саме це є початком для розробки системи показників ефективності. У даному випадку система представлена переліком показників, які потрібно максимізувати. В результаті отримаємо наступний перелік показників ефективності

$$M_{\max}\{Q_{ij}^{\max}\} \Rightarrow \max, i = 1..l, j = 1..k$$

Показники ефективності системи є дискретними значеннями, які описують оцінки, отримані від кожного онлайн-опитування. Саме ці значення є результатом першого етапу вибору критеріїв для оцінки якості.

Результатом отриманих даних повинна стати інтегрована оцінка, яка варіюється у діапазоні від нуля до одиниці. У таблиці 2.2.1 представлена шкала оцінки інтегрованих значень.

табл. 2.2.1 Шкала інтегрованої оцінки

Інтегрована оцінка ефективності $I_0$	Категорія ефективності
1,0-0,7	Висока
0,7-0,5	Добра
0,5-0,4	Задовільна
0,4-0,2	Низька
0,1-0,2	Незадовільна

У ході проектування, шляхом дослідницького аналізу оціночних значень, була сформована модель критеріїв, факторів і показників ефективності. Данні зображені у таблиці 2.2.2.

табл 2.2.2 Інфологічна модель факторів, показників та критеріїв ефективності

№	Група факторів	№	Фактор у групі	Показник	Критерій
1	Перша група	1	Оцініть рівень зацікавленості заняття	$Q_{11}$	$Q_{11} \rightarrow \max$
		2	Оцініть рівень актуальності заняття	$Q_{12}$	$Q_{12} \rightarrow \max$
		3	Оцініть рівень практичної користі заняття	$Q_{13}$	$Q_{13} \rightarrow \max$
		4	Оцініть загальний рівень заняття	$Q_{14}$	$Q_{14} \rightarrow \max$
2	Друга група	5	Чи сподобалось вам заняття?	$Q_{21}$	$Q_{21} \rightarrow \max$
		6	Зміст заняття актуальний?	$Q_{22}$	$Q_{22} \rightarrow \max$
		7	Заняття спрямовано на потреби практичної діяльності?	$Q_{23}$	$Q_{23} \rightarrow \max$
		8	Методика проведення заняття сподобалась?	$Q_{24}$	$Q_{24} \rightarrow \max$

Наступним етапом є обрання моделі, яка буде порівнювати данні, отримані від кожного студента, надававши частковим критеріям узагальнену оцінку. Для цього обрано нелінійну схему компромісів професора Вороніна А.М. Значеннями, для оперування є часткові критерії, зазначені у табл. 2.2.1. Виходячи з цього, запропонована згортка буде мати наступний вигляд:

$$Y(y_0) = \sum_{l=1}^k y_{0l} (1 - y_{0l}) \rightarrow \min$$

де  $l = 1 \dots k$  – кількість включених у згортку часткових критеріїв;  $\gamma_{0l}$  – нормований ваговий коефіцієнт;  $y_{0l}$  – нормований частковий критерій оптимальності. Значення нормованого вагового коефіцієнта використовується, коли критерії мають різну вагу. У нашому випадку усі критерії рівноцінні, та ваговий коефіцієнт дорівнює одиниці. Нормування значень, що мінімізуються виконується відносно максимального, та значень, що максимізуються – мінімального.

Наступним етапом є послідовне звернення часткових критеріїв до узагальненої оцінки. Це виконується за використанням згортки компромісів, відповідно до кожного блоку опитування. Приймаючи вагові оцінку за одиницю отримуємо наступні узагальнені критерії за кожною згорткою.

$$F_1 = (1 - Q_{110})^{-1} + (1 - Q_{120})^{-1} + (1 - Q_{130})^{-1} + (1 - Q_{140})^{-1} \rightarrow \min$$

$$F_2 = (1 - Q_{210})^{-1} + (1 - Q_{220})^{-1} + (1 - Q_{230})^{-1} + (1 - Q_{240})^{-1} \rightarrow \min$$

У розв’язання даної моделі використовуються нормовані часткові критерії. Далі зображені формули для розрахунку нормованих часткових критеріїв, що мінімізуються та максимізуються:

$$Q_{0l}^{\min} = \frac{Q_1^{\min}}{\max Q_1^{\min} + \Delta} \quad Q_{0l}^{\max} = \frac{\min Q_1^{\max} - \Delta}{Q_1^{\max}}$$

Після цього, окремо потрібно порахувати узагальнену нормовану оцінку за кожною з груп факторів.

$$\max Q = \sum_{i=1}^k \gamma_{10} (1 - \max Q_l)^{-1}$$

Наступним етапом є розрахунок узагальненої нормованої оцінки якості навчального заняття

$$Q_{l0} = \frac{Q_l}{\max Q_l}$$

Отримавши ці данні, ми можемо порахувати інтегровану оцінку ефективності

$$I = \gamma_{10}(1 - Q_{10})^{-1} + \gamma_{20}(1 - Q_{20})^{-1}$$

Після цього ми можемо привести інтегровану оцінку до єдиної шкали, від нуля до одиниці, де нуль є гіршим результатом, а одиниця найкращим.

$$I_0 = 1 - \frac{I}{\max I} \quad \max I = \sum_{i=1}^2 (1 - [\max Q_i - \Delta])^{-1}$$

Де  $\max Q_i$  – найгірше з можливих значень часткового показника;  $\Delta$  – коефіцієнт запасу, що забезпечує уникнення некоректних операцій при нормуванні, у даному випадку приймається як  $\Delta = 0,2$ .

Побудуємо блок-схему алгоритму обчислення інтегрованої оцінки.

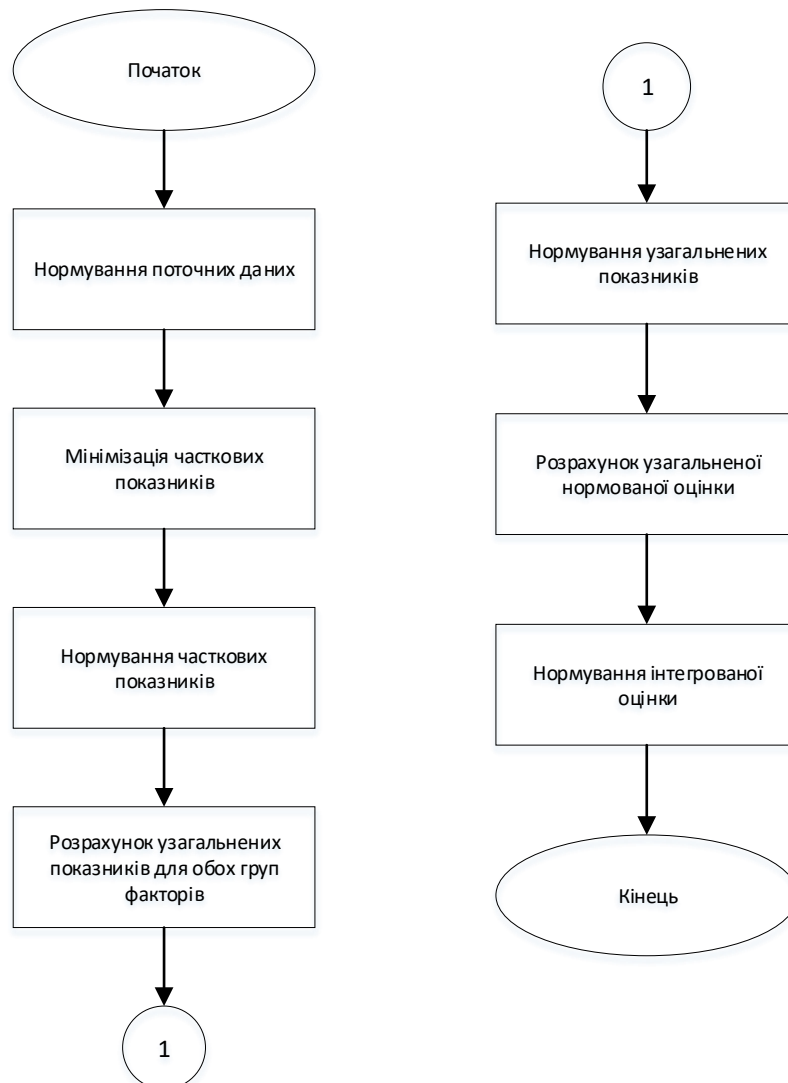


Рис. 2.2.3 Блок-схема обчислення інтегрованої оцінки

Розглянемо приклад використання запропонованої моделі, використав довірльні дані.



В даному випадку, існують дві групи факторів  $Q_1$  та  $Q_2$  кожен з яких має власний набір часткових критеріїв. Таблиця із запропонованими даними зображена у табл 2.2.4.

табл. 2.2.4. – Початкові данні для розрахунків

№	№	Показник	Діапазон змін		Поточне значення	Нормуюче значення
			min	max		
1	1	$Q_{11}$	1	10	8	1 - $\Delta$
	2	$Q_{12}$	1	10	5	1 - $\Delta$
	3	$Q_{13}$	1	10	9	1 - $\Delta$
	4	$Q_{14}$	1	10	2	1 - $\Delta$
2	5	$Q_{21}$	1	3	3	1 - $\Delta$
	6	$Q_{22}$	1	3	1	1 - $\Delta$
	7	$Q_{23}$	1	3	2	1 - $\Delta$
	8	$Q_{24}$	1	3	3	1 - $\Delta$

Для початку, потрібно пронормувати поточні данні за формулою

$$Q_{0ij}^{max} = \frac{Q_{ij}}{\max Q_{ij}}$$

Проведемо розрахунки по усіх показниках

$$\begin{aligned} Q_{110}^{max} &= \frac{8}{10} = 0,8 & Q_{110}^{max} &= \frac{3}{3} = 1 \\ Q_{110}^{max} &= \frac{5}{10} = 0,5 & Q_{110}^{max} &= \frac{1}{3} = 0,33 \\ Q_{110}^{max} &= \frac{9}{10} = 0,9 & Q_{110}^{max} &= \frac{2}{3} = 0,66 \\ Q_{110}^{max} &= \frac{2}{10} = 0,2 & Q_{110}^{max} &= \frac{3}{10} = 0,1 \end{aligned}$$

Отриманні данні потрібно мінімізувати за наступною формулою

$$Q_{ij}^{min} = \frac{\min Q_{ij}}{Q_{ij}}$$

$$\begin{array}{ll} Q_{11}^{min} = \frac{1}{8} = 0,125 & Q_{21}^{min} = \frac{1}{3} = 0,33 \\ Q_{12}^{min} = \frac{1}{5} = 0,2 & Q_{22}^{min} = \frac{1}{1-0,3} = 0,7 \\ Q_{13}^{min} = \frac{1}{9} = 0,11 & Q_{23}^{min} = \frac{1}{2} = 0,5 \\ Q_{14}^{min} = \frac{1}{2} = 0,5 & Q_{24}^{min} = \frac{1}{3} = 0,33 \end{array}$$

Наступним етапом, часткові показники потрібно пронормувати за формулою

$$Q_{0l}^{min} = \frac{Q_l^{min}}{\max Q_l^{min} - \Delta}$$

$$\begin{array}{ll} Q_{110}^{min} = \frac{0,125}{1-0,1} = 0,138 & Q_{210}^{min} = \frac{0,33}{1-0,1} = 0,37 \\ Q_{120}^{min} = \frac{0,2}{1-0,1} = 0,222 & Q_{220}^{min} = \frac{0,7}{1-0,1} = 0,777 \\ Q_{130}^{min} = \frac{0,11}{1-0,1} = 0,123 & Q_{230}^{min} = \frac{0,5}{1-0,1} = 0,555 \\ Q_{140}^{min} = \frac{0,5}{1-0,1} = 0,555 & Q_{240}^{min} = \frac{0,33}{1-0,1} = 0,37 \end{array}$$

Наступним етапом є розрахунок узагальненої оцінки для обох груп факторів

Для першого блоку факторів:

$$\begin{aligned} F_1 &= (1 - 0,138)^{-1} + (1 - 0,22)^{-1} + (1 - 0,123)^{-1} + (1 - 0,55)^{-1} = \\ &= \frac{1}{1-0,138} + \frac{1}{1-0,22} + \frac{1}{1-0,123} + \frac{1}{1-0,55} = \mathbf{5,8375} \end{aligned}$$

Для другого блоку факторів:

$$\begin{aligned} F_2 &= (1 - 0,37)^{-1} + (1 - 0,77)^{-1} + (1 - 0,555)^{-1} + (1 - 0,37)^{-1} = \\ &= \frac{1}{1-0,37} + \frac{1}{1-0,77} + \frac{1}{1-0,555} + \frac{1}{1-0,37} = \mathbf{9,926} \end{aligned}$$

Після цього, потрібно пронормувати узагальнені показники відносно максимального значення часткового критерію

$$\max F_l = \sum_{i=1}^k (1 - \max F_{l0}^{min})^{-1}$$

$$\begin{aligned} \max F_1 &= (1 - 0,3)^{-1} + (1 - 0,3)^{-1} + (1 - 0,3)^{-1} + (1 - 0,3)^{-1} = \\ &= \frac{1}{1 - 0,6} + \frac{1}{1 - 0,6} + \frac{1}{1 - 0,6} + \frac{1}{1 - 0,6} = 10 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \max F_2 &= (1 - 0,8)^{-1} + (1 - 0,8)^{-1} + (1 - 0,8)^{-1} + (1 - 0,8)^{-1} = \\ &= \frac{1}{1 - 0,8} + \frac{1}{1 - 0,8} + \frac{1}{1 - 0,8} + \frac{1}{1 - 0,8} = 20 \end{aligned}$$

Порахуємо узагальнену нормовану оцінку за кожним узагальненим показником

$$F_{l0} = \frac{F_l}{\max F_l}$$

$$F_{10} = \frac{F_1}{\max F_1} = \frac{5,8375}{10} = 0,58$$

$$F_{20} = \frac{F_2}{\max F_2} = \frac{9,926}{20} = 0,49$$

З отриманих даних можна порахувати інтегровану оцінку

$$I = (1 - F_{10})^{-1} + (1 - F_{20})^{-1} = \frac{1}{1 - 0,58} + \frac{1}{1 - 0,49} = 4,38$$

Наступним етапом є приведення даного значення до єдиної шкали, від нуля до одиниці. Це можна зробити пронормувавши його відносно найгіршої оцінки у найкращому блоку опитування.

$$I_0 = 1 - \frac{I}{\max I}, \max I = \sum_{i=1}^2 (1 - [\max F_i - \Delta])^{-1}$$

$$\max I = (1 - [\max F_l - \Delta])^{-1} + (1 - [\max F_r - \Delta])^{-1} = \frac{1}{1 - 0,8} + \frac{1}{1 - 0,8} = 10$$

$$I_0 = 1 - \frac{4,38}{10} = 0,56$$

Відповідно до заданих значень, інтегрована оцінка онлайн опитування становить  $I_0 = 0,56$ . За лінгвістичною шкалою ефективності, це значення дорівнює результату «Добре». Запропоновані розрахунки доводять дієвість багатокритеріальної моделі оцінювання.

### **2.3. Розробка інтерактивного додатку аналітичного оцінювання якості навчального заняття.**

Цей розділ буде описувати розробку інтерактивного додатку. Будуть аналізовані способи реалізації клієнтської та серверної частини, побудована архітектура та поставлена інженерія вимог, щодо функцій які повинні виконувати даний додаток.

#### **2.3.1. Інженерія вимог.**

У цьому блоці буде описана інженерія вимог розробляемого інтерактивного веб-додатку для аналітичного оцінювання якості навчального заняття.

Функціональні вимоги:

1) Програма розробляється у формі web-додатку з повнофункціональною та мобільною версіями на кросфункціональній основі.

2) Опитування проводиться після заняття з відкриттям доступу студентів викладачем на обмежений час. Закриття доступу здійснюється автоматично.

3) Опитування передбачає два рівні. Перший рівень трьохкомпонентна оцінка «висока-зелена», «середня-жовта», «низька-червона». Другий рівень передбачає відповідь на питання анкети з лінгвістичними категоріями «добре-

погано» за десятибальною шкалою. Розширена анкета розробляється студентом у взаємодії із керівником.

4) За результатами опитування в інтерактивному додатку здійснюється формування аналітичного звіту-оцінки у складі:

- a) кількість студентів, що прийняли участь в опитування;
- b) загальна оцінка трьохрівневого опитування за середнім значенням оцінки кожної опції із зазначенням співвідношення розподілу оцінок;
- c) середня оцінка за кожним окремим показником та співвідношення розподілу оцінок;
- d) перелік показників з критичними оцінками;
- e) перелік показників з підвищеними оцінками;
- f) інтегрована оцінка за розгорнутою анкетною, як багатокритеріальна оцінка за нелінійною схемою компромісів;
- g) просторова діаграма оцінок в залежності: показник-абсолютне-відносне значення.
- h) загальний висновок про ефективність заняття за інтегрованою оцінкою.

Результати оцінювання формуються як екранний звіт так і у формі файлу обраного формату.

5) Результат оцінювання має бути доступний лише викладачу та адміністратору інтерактивного додатку.

6) Опитування здійснюється анонімно з доступом за посиланням.

7) Генерація коду доступу здійснюється як унікальна комбінація для кожного опитування.

8) Передбачити дієві механізми розмежування доступу для рівнів: адміністратор-викладач-студент.

9) Система повинна забезпечувати збереження даних опитування за кожним заняттям в межах дисципліни з прив'язкою до викладача, з подальшим

масштабуванням описаної вище методології оцінювання на увесь курс конкретної дисципліни.

Вимоги до програмного забезпечення веб-додатку:

- 1) Сайт повинен використовувати державну мову

Вимоги до серверної частини:

- 1) Додаток повинен підтримуватись мовою JavaScript;
- 2) Додаток повинен підтримувати використання Cookies

Опис функцій програми:

- 1) Студент
  - a. Можливість відповідати на запитання тесту
  - b. Можливість дати розгорнуту відповідь
- 2) Адміністратор
  - a. Підтвердження нового користувача
- 3) Викладач
  - a. Авторизація до системи
  - b. Доступ до результатів онлайн-опитування
  - c. Генерація нового посилання для онлайн опитування
  - d. Отримання звіту
  - e. Додавання, видалення тестів
  - f. Редагування власних даних

### **2.3.2. Архітектурне проектування інтерактивного додатку.**

Будь-яка веб-програма створюється за допомогою декількох технологій. Поєднання цих технологій називається «стеком». Як веб розвиток дозрів та інтерактивність вийшла на перший план, односторінкові програми (SPA) стали популярнішими. SPA - це парадигма веб-додатків, яка уникає оновлення інтернет-сторінки для відображення нового вмісту. Замість цього додаток використовує легкі запити на сервер для отримання деяких даних або фрагменти та оновлює веб-сторінку. Результат виглядає досить витонченим у порівнянні зі старим способом, коли потрібно було повністю перезавантажити

сторінку. Це спричинило зростання фронтенд-фреймворків, оскільки значна частина роботи була виконана на стороні клієнта.

Стек MEAN (MongoDB, Express, AngularJS, Node.js) був одним із ранніх стеків з відкритим кодом, що уособлювали цей перехід до SPA і прийняття NoSQL. AngularJS, інтерфейсний фреймворк, заснований на паттерні model-view-controller (MVC), закріпив цей стек. Для цього було використано MongoDB, дуже популярну базу даних NoSQL з постійним зберіганням даних. Node.js - серверне середовище виконання JavaScript та Express.

React є альтернативною технологією інтерфейсу від Facebook. Зараз він набирає популярності і пропонує заміну Angular. Таким чином, він замінює “A” на “R” у значенні, щоб дати нам стек MERN. React не є заміною Angular, оскільки він – не повноцінний фреймворк MVC. Це бібліотека JavaScript для побудови користувацьких інтерфейсів, тому в певний сенс - це частина MVC, а саме -View, тобто представлення.

Незважаючи на те, що ми обрали кілька визначальних технологій для визначення стека, цього недостатньо створити повний веб-додаток. Для допомоги в процесі необхідні інші інструменти розробки, а також, інші бібліотеки для доповнення React. На рисунку 2.1 представлена загальна архітектура веб-додатку

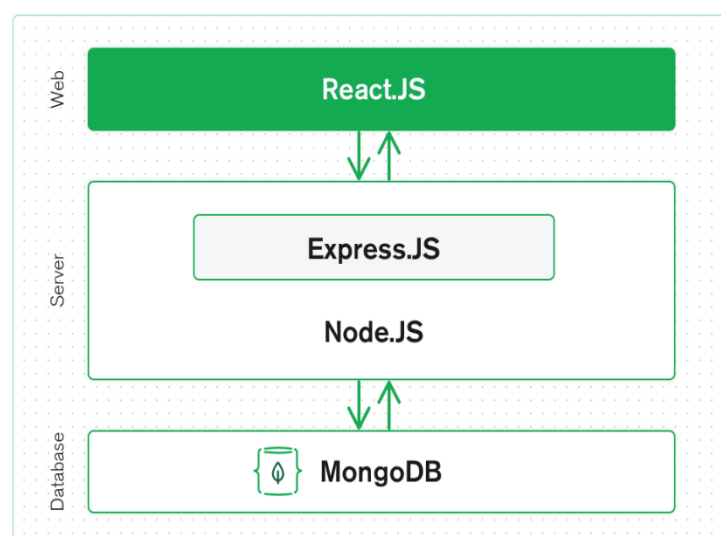


Рисунок 2.3.1 – Архітектура веб-додатку

Повноцінний веб-додаток складається із двох частин Front-End, та Back-end. Front-end розробка - це перетворення даних у графічний інтерфейс за допомогою HTML, CSS та JavaScript, щоб користувачі могли переглядати та взаємодіяти з цими даними. Back-end розробка стосується серверної сторони додатку, де в першу чергу зосереджено те, як працює сайт. Цей тип веб-розробки зазвичай складається з трьох частин: сервера, додатка та бази даних. Код, написаний на серверній частині, є таким, що отримує інформацію від бази даних, оброблює, та інтерпретує його до браузера.

React є визначальним компонентом у MERN стеку. React - це бібліотека JavaScript з відкритим кодом, що підтримується Facebook, і якою можна користуватися для створення представлень, відтворених у HTML. На відміну від Angular, React не є фреймворком. Це бібліотека. Таким чином, він сам по собі не диктує каркасний шаблон, такий як паттерн MVC. Використання React потрібно для візуалізації представлень (V у MVC), але як пов'язати решту програм разом, залежить від розроблюваного проекту.

Представлення у React мають декларативний характер. Це насправді означає, що розробник не повинен турбуватися про управління наслідками змін у стані представлення або змінах даних. В іншими словами, розробника не турбують переходи або мутації в DOM, спричинені змінами стану представлення. React-компонент оголошує, як виглядає представлення, враховуючи дані. Бібліотека React розбирається як виглядає нове представлення, та просто застосовує зміни між старим і новим видом. Це робить відображення сторінки послідовними, передбачуваними, простішими в обслуговуванні та простішими зрозуміти.

React розроблений таким чином, що для зміни даних, сторінка не потребує перезавантаження, при цьому працює досить швидко. Це виконується завдяки використанню своєї віртуальної технології DOM. Заявлення вигляду відбувається не у формі HTML або DOM, а у формі віртуальної представлення, деякої структури даних в пам'яті. React може обчислити різницю в віртуальний DOM дуже ефективно, і може застосовувати лише ці зміни до фактичного DOM.



У порівнянні з ручними оновленнями, які роблять лише необхідні зміни DOM, це додає дуже мало додаткових витрат, оскільки алгоритм для обчислення відмінностей у віртуальному DOM є дуже оптимізованим.

Багато фреймворків для веб-програмування покладаються на шаблони для автоматизації задачі, створюючи повторювані елементи HTML або DOM. Розробникові доведеться вивчити та отримати практику мови шаблонів у цих фреймворках. У React, це реалізується інакше, він використовує повнофункціональну мову програмування для побудови повторюваних або умовні елементи DOM. Ця мова - JavaScript. Існує проміжна мова, яка представляє віртуальний DOM, це мова розмітки JSX, яка дуже схожа на HTML. Це дозволяє створювати вкладені елементи DOM знайомою мовою а не створювати їх вручну за допомогою функцій JavaScript. Але JSX не є мовою програмування, це репрезентативна розмітка, як дуже схожа на HTML. Також, для створення свого віртуального DOM, можна написати чистий код JavaScript, не використовуючи JSX.

React можна також запустити на сервері. Це означає що він є ізоморфним, тобто той самий код може працювати як на сервері, так і в браузері. Це дозволяє створювати сторінки на сервері, коли це потрібно, наприклад, для SEO оптимізації. Для досягнення цього на сервері можна один і той самий код. Сервер потребує щось, що може запускати JavaScript, і саме тут використовується Node.js.

Node.js - це платформа, побудована на JavaScript, щоб легкого створювання швидкі та масштабованих мережових програми. Node.js підходить для додатків у режимі реального часу, що працюють на розподілених пристроях. Розробники Node.js використали двигун JavaScript V8 від Chrome і доробили його для незалежного виконання, як JavaScript.

Браузер дає можливість завантажувати декілька файлів JavaScript, але для цього потрібна сторінка HTML. Посилатися на інший файл JavaScript з одного файлу JavaScript немає можливості, але у Node.js, немає HTML-сторінки, яка б це все запускала. За відсутності прикладної HTML-сторінки, Node.js

використовує власну модульну систему, засновану на CommonJS, для складання декількох файлів JavaScript. Модулі схожі на бібліотеки. Це дає змогу включити функціональність іншого файлу JavaScript, за умови, що він написаний відповідно до специфікацій модуля, за допомогою ключового слова «require». Тому можна розділити свій код у файли або модулі задля кращої організації та завантажувати їх за допомогою команди «require». Варто зазначити що порівняно з JavaScript у браузері, використання Node.js пропонує більш чистий спосіб модуляризувати код. Node.js постачається з купою основних модулів, скомпільованих у бінарний файл. Ці модулі забезпечують доступ до елементів операційної системи, таких як файлова система, мережі, введення / виведення тощо. Вони також надають деякі корисні функції, які є зазвичай вимагається більшістю програм. Окрім власних файлів та основних модулів, ви також можете знайти велику кількість сторонні бібліотеки з відкритим кодом, доступних для зручного встановлення. Для цього використовується npm.

npm - це менеджер пакетів за замовчуванням для Node.js. Його можна використовувати для встановлення сторонніх виробників бібліотек (пакетів), а також управляти залежностями між ними. Реєстр npm ([www.npmjs.com](http://www.npmjs.com)) - це загальнодоступне сховище всіх модулів, опублікованих людьми для мета обміну. Хоча npm починався як сховище для модулів Node.js, він швидко трансформувався в менеджер пакетів для доставки інших модулів на основі JavaScript, особливо тих, які можна використовувати в браузері. Незважаючи на те, що React в основному є кодом на стороні клієнта і може бути включена безпосередньо у ваш HTML як файл сценарію, рекомендується щоб він встановлювався через npm. Але, встановивши пакет, нам потрібно щось зробити складіть весь код, який можна включити в HTML, щоб браузер міг отримати доступ до коду. Для цього існують такі інструменти побудови, як browserify або webpack, які можуть з'єднати власні модулі, а також сторонні бібліотеки в пакет, який може бути включені в HTML.

Npm вважається найбільшим і найшвидше зростаючим сховищем. Часто відзначається, що успіх Node.js значною мірою є завдякою npm та екосистемі

модулів, яка виникла навколо неї. npm не просто використовується для створення і використання модулів, він також має унікальну техніку вирішення конфліктів, що дозволяє існувати кількома суперечливим версіям модуля поруч, щоб задовольнити залежності.

Node.js має асинхронну, подієво-орієнтовану модель вводу / виводу (I / O), як протилежність використання потоків для досягнення багатозадачності.

Більшість мов залежать від потоків, щоб робити щось одночасно. Але насправді немає такого поняття, як одночасне, коли йдеться про один процесор, на якому працює код. Потоки дають відчуття одночасності, дозволяючи іншим фрагментам коду працювати одночасно, у той час, коли одна частина чекає (блокує) завершення якоїсь події. Як правило, такими подіями вводу-виводу є читання з файлу або спілкування через мережу. Node.js, навпаки, не має потоків. Він покладається на зворотні відклики - callback, щоб повідомити вас про це завдання, яке очікує на виконання. Отже, для написання рядку коду для відкриття файлу, потрібно надати йому функцію зворотного відклику для отримання результатів. Подібне програмування є природним для Node.js завдяки до основних мовних конструкцій, таких як замикання.

Node.js досягає багатозадачності за допомогою циклу подій. Це є чергою подій, які потрібно обробити, та функції callback, які потрібно виконати на цих подіях. Наприклад, файл, готовий до читання, - це подія, яка спровокує callback під час відкриття.

З одного боку, підхід на основі подій робить програми Node.js швидкими і дозволяє розробнику не користуватися семафорами та замиканням, які використовуються для синхронізації багатопотокових подій.

Клієнтська частина розділена на два типи доступу, для студента та викладача.

На рисунку 2.3.2. зображена блок-схема алгоритму взаємодії студента з додатком.



Рисунок 2.3.2 Блок-схема алгоритму роботи студента з додатком

Як можна побачити із блок-схеми, студент має обмежені права доступу. Він не потребує автентифікації та йому дозволено тільки введення даних.

Наступним етапом є розробка блок-схеми алгоритму роботи викладача з веб-додатком, блок схема зображена на рисунку 2.3.3.

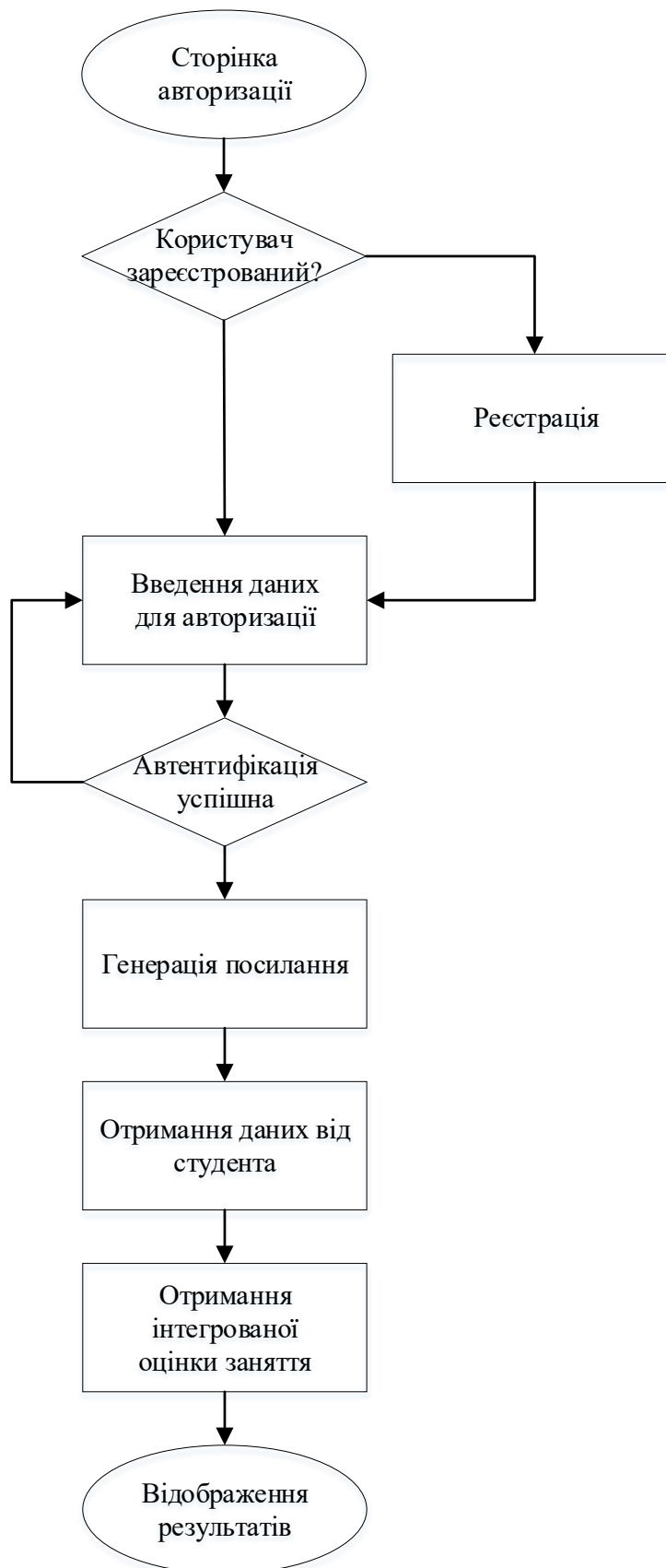


Рисунок 2.3.3 Блок-схема алгоритму роботи викладача з додатком

Як можна побачити із представленої блок-схеми, для доступу до системної панелі, викладач спочатку повинен пройти автентифікацію. Після успішної

авторизації, користувачу надається доступ до усіх можливостей панелі адміністратора веб-додатку. Серед перелічених є можливість створювати нові тести, редагувати та видаляти існуючі. Після генерації посилання, викладач розширює його серед студентів. Отримав результати проходження тестування, адміністратор отримує до них доступ у форматі таблиці. Усі отримані данні, а також інтегровану оцінку заняття, є можливість отримати у форматі PDF, у якості файлу.

Для повного переліку усіх можливих дій кожного із юзерів веб-додатку була розроблена use-case діаграма. Вона зображена на рисунку 2.3.4.

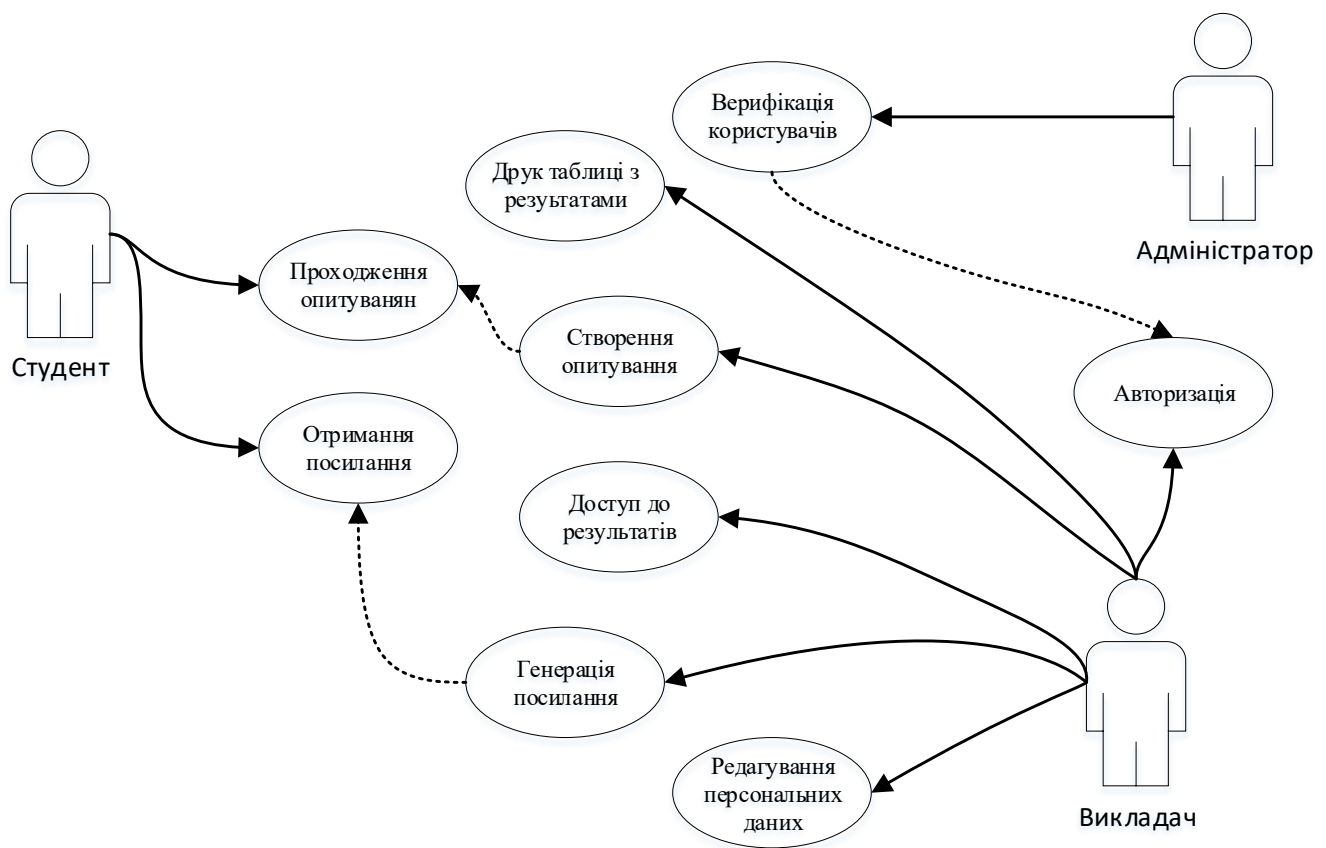


Рисунок 2.3.4 Use-case діаграма

### 2.3.3. Програмна реалізація інтерактивного додатку.

У цьому розділі буде описана програмна реалізація розроблюємого веб-додатку.

Клієнтську частину даного додатку було написано на мові JavaScript з використанням бібліотеки React.

Для встановлення React у існуючий проект потрібно скористатись наступною командою:

```
npm install create-react-app diploma-project
```

Основним будівельним блоком React є компонент, який підтримує власний стан і рендерить сам себе. У React, все, що робить розробник - це будує компоненти. Потім компоненти складаються, щоб зробити інший компонент, який відображає повний вигляд або сторінку. Компонент інкапсулює стан даних та відображення, або спосіб їх рендера. Це робить написання і розуміння про весь додаток простіше, розділивши його на компоненти та зосередившись на одному компоненту за раз. Компоненти спілкуються між собою, обмінюючись інформацією про стан у формі лише для читання властивостей їхніх дочірніх компонентів та зворотних викликів батьківських компонентів. Особливістю компонентів в React є те, що вони дуже згуртовані, і зв'язок між ними мінімальний.

React надає лише можливість візуалізації подання та допомагає керувати взаємодіями в один компонент. Коли справа доходить до переходу між різними представленнями компонентів та потрібна підтримка синхронізації URL-адреси браузера з поточним станом подання, було використано React-Router.

Щоб додати маршрутизацію у проект, у командній строчці потрібно написати:

```
npm install react-router-dom
```

Ця можливість управління URL-адресами та історією називається маршрутизацією. React-Router не тільки аналізує URL, прив'язаний до компоненту, але і керує функціональністю кнопки «Назад» браузера, для переходу між сторінками, без перезавантаження всього додатку з сервера.

Для спрощення написання стилістики, та для побудови зручного клієнтського інтерфейсу, було використано фреймворк Bootstrap. Щоб додати цей модуль, потрібно визвати команду:

```
npm install react-bootstrap
```

Bootstrap - це найпопулярніший фреймворк CSS, адаптований до React, і саме бібліотека називається React-Bootstrap. Ця бібліотека не надає більшість функцій Bootstrap, але перевагою є те, що компоненти та віджети, надані цією бібліотекою, також надають багато інформації про те, як розробляти власні віджети та компоненти

Для цього проекту, за замовченням, було обрано модулятор коду Webpack. Він використовується не просто для модуляризації та побудови коду на стороні клієнта в пакет для доставки до браузера, а також для «компіляції» деякого коду. Це необхідно для перетворення коду React, написаного в JSX, до чистого JavaScript.

Для зручного керування станами компонентів, було використано бібліотеку Redux. Для встановлення Redux у додаток React, потрібно скористуватись наступною командою:

```
npm install redux react-redux
```

Redux - це передбачуваний контейнер стану, розроблений, для допомоги написання програм на мові JavaScript, які поведуться послідовно в клієнтському, серверному та рідному середовищах і які легко перевірити.

Він в основному використовується як інструмент управління станом у React, але його також можна використовувати з будь-якою іншою структурою JavaScript або бібліотекою. Він має невелику вагу у 2 КБ, тому розмір основної програми не сильно збільшиться.

За допомогою Redux, стан програми зберігається в контейнері, і кожен компонент може отримати доступ до будь-якого стану, який йому потрібен, із цього контейнеру. Архітектура бібліотеки redux зображена на рисунку 2.3.5



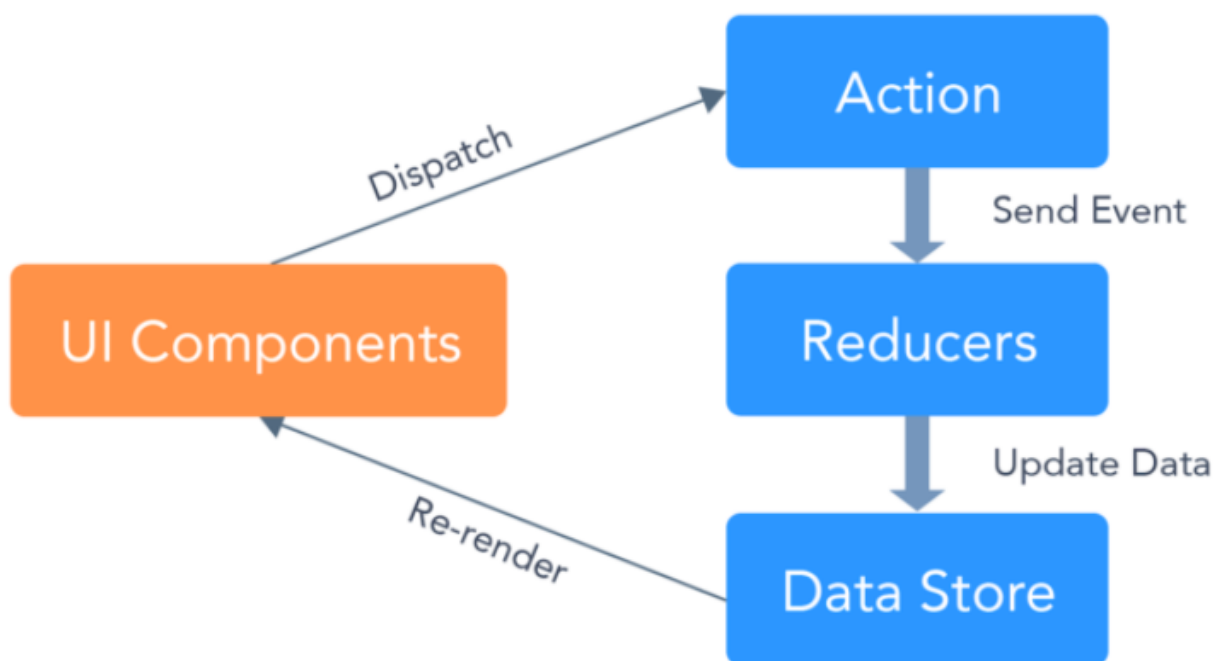


Рисунок 2.3.5 Архітектура Redux

Уявлення або компоненти користувацького інтерфейсу (UI Components) нагадують чисті функції (тобто такі функції, які не змінюють передані їм дані і володіють деякими іншими властивостями), які відповідальні за виведення інформації на екран на основі даних, переданих їм зі сховища. Вони не змінюють дані безпосередньо. При виникненні будь-якого події, або якщо з ними взаємодіє користувач, вони звертаються до творців дій.

Творці дій (Action Creators) відповідальні за створення і диспетчеризацію дій. Це структури, які передають дані з вашого компонента в store. Вони є єдиними джерелами інформації для стору. Для того, щоб відправити їх у сховище, потрібно використати метод `store.dispatch()`.

Reducer - це функція, яка визначає зміни стану програми. Він використовує action, який отримує, для визначення цієї зміни. Reducer отримує два аргументи, поточний стан та об'єкт дії, що описує те, що сталося. Коли програма Redux запускається, у нас ще немає жодного стану, тому ми надаємо початковий стан як значення за замовчуванням для цього редуктора: `state = initialState`.

Об'єкти дії завжди мають поле “type”, який виконує роль унікальної назви дії. Тип має бути читабельною назвою, щоб кожен, хто переглядає цей код, розумів, що він означає.

Залежно від типу дії нам потрібно або повернути абсолютно новий об'єкт, який буде результатом нового стану, або повернути існуючий об'єкт стану, якщо нічого не змінюється.

Redux Store об'єднує стан, дії та редуктори, з яких складається додаток. Store має кілька обов'язків:

- 1) Утримує поточний стан програми всередині
- 2) Надає доступ до поточного стану через `store.getState ()`;
- 3) Дозволяє оновлювати стан через `store.dispatch (action)`;
- 4) Реєструє зворотні виклики слухачів через `store.subscribe (listener)`;
- 5) Обробляє скасування реєстрації слухачів за допомогою функції відписки: `return store.subscribe (listener)`.

У нашому проєкті є розмеження за правами доступу: частина для студента та адмін-панель, доступ у якої є тільки у викладача та адміністратора. На рисунку 2.3.5 зображена діаграма класів клієнтської частини студента веб додатку.

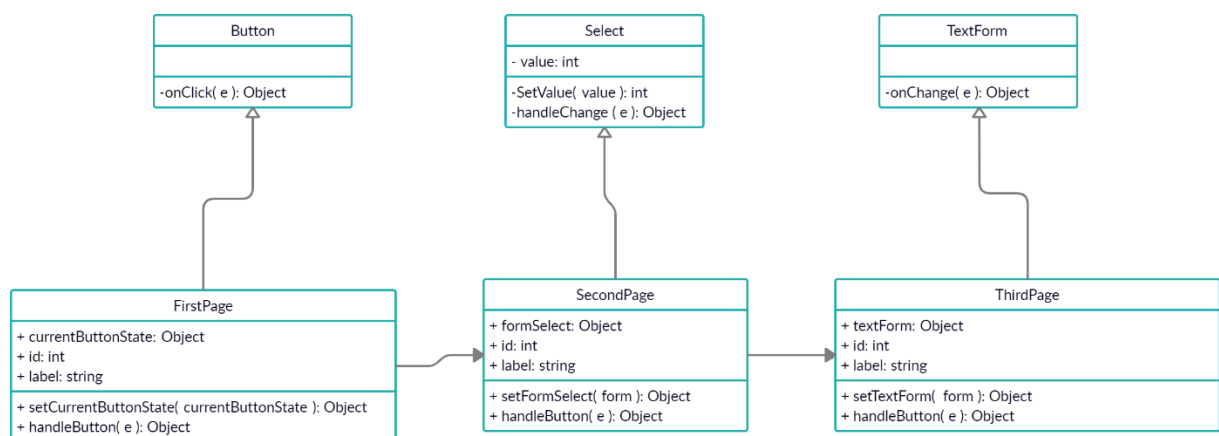


Рисунок 2.3.5 Діаграма класів клієнтської частини студента

На рисунку 2.3.6 зображена діаграма класів клієнтської частини для викладача.

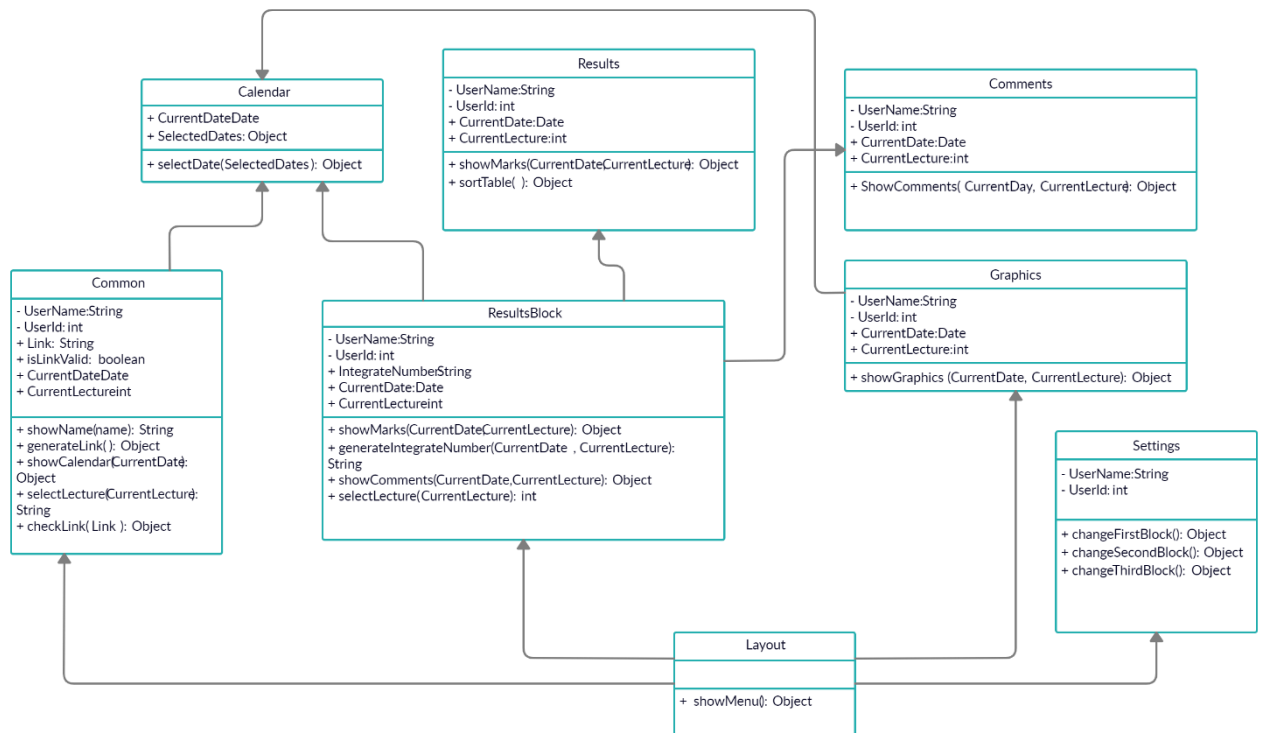


Рисунок 2.3.6 Діаграма класів клієнтської частини для викладача

Далі буде описані модулі та бібліотеки, які були використані для реалізації серверної частини онлайн-застосунку.

Node.js - це просто середовище виконання, яке може запускати JavaScript. Написати повноцінний Веб-сервер вручну на Node.js не так просто і не потрібно. Express – це фреймворк, що спрощує написання коду сервера. Фреймворк Express дозволяє визначити маршрути, специфікації того, що робити, коли надходить запит HTTP, що відповідає певному шаблону. Для роботи Express потрібно написати функцію, яка отримує проаналізований HTTP-запит. Експрес-аналіз вимагає URL-адреси, заголовки та параметри. З боку відповіді, він забезпечує всю функціональність, необхідну веб-додатку. Це включає встановлення кодів відповідей, встановлення файлів cookie, надсилання власних заголовків тощо. Крім того, у Express можна написати проміжне програмне забезпечення, яке можна вставити в будь-який шлях обробки запиту / відповіді для досягнення спільних функціональних можливостей, таких як ведення журналу, автентифікація тощо.

Експрес не має вбудованого механізму шаблонів, але для SPA це не потрібно буде використовувати на стороні сервера. Це тому, що все динамічне створення вмісту здійснюється на клієнті, а веб-сервер обслуговує лише статичні файли та дані за допомогою викликів API. У нашому випадку, генерацією сторінок займається сам React на стороні клієнта.

MongoDB - це база даних, що використовується у стеці MERN. Це NoSQL документ-орієнтована база даних, з гнучкою схемою та мовою запитів на основі JSON.

NoSQL розшифровується як "нереляційна". Існують два атрибути NoSQL, які відрізняють її від звичайної.

Перший - це можливість горизонтального масштабування, розподіляючи навантаження на кілька серверів. База даних NoSQL робить це, жертвуючи важливим аспектом традиційних баз даних: сильною узгодженістю. Тобто даним не обов'язково узгоджуються з копіями у короткий проміжок часу.

Другим аспектом є те, що бази даних NoSQL не обов'язково реляційні. Це значить те, що база даних не представляє свої данні у вигляді стовбців та рядків. У MongoDB збережені дані храняться так само, як вони представлені у коді програми; тобто як об'єкти чи документи. Це допомагає розробнику уникати перекладу слоїв, завдяки яким потрібно перетворити або відобразити об'єкти, якими обробляється код, як у реляційних таблицях. Такі переклади називаються об'єктним реляційним відображенням (ORM).

## **ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 2**

У другому розділі магістерської дисертації було розроблена методика багатокритеріального оцінювання якості навчального заняття за методикою професора Вороніна А.М для дискретних величин. Була розроблена узагальнена математична модель для отримання інтегрованої оцінки ефективності. Отримані данні мають добрі показники та доказують, що запропонована методика працює коректно.

Була поставлена інженерія вимог, у якій описано усі взаємодії користувача з додатком, принципи роботи та можливі наслідки у випадках виникнення помилок у роботі.

За архітектурою, веб додаток був поділений на дві частини : клієнтську та серверну. Реалізовано це за допомогою бібліотеки ReactJS, для побудови клієнтських інтерфейсів, та платформи Node.js для розробки серверної частини веб-додатку.

## РОЗДІЛ 3

### ПРИКЛАД ЗАСТОСУВАННЯ ІНТЕРАКТИВНОГО ДОДАТКУ АНАЛІТИЧНОГО ОЦІНЮВАННЯ ЯКОСТІ НАВЧАЛЬНОГО ЗАНЯТТЯ.

#### 3.1. Демонстрація практичних можливостей розробленого додатку.

Отримавши посилання, студент переходить за ним та потрапляє на першу сторінку опитування, до йому потрібно оцінити декілька питань, натиснувши на бажану кнопку, розташовану біля кожного питання. Приклад роботи першої сторінки опитування зображений на рисунку 3.1.

Чи сподобалось вам заняття?

Відмінно Добре Погано

Зміст заняття актуальний?

Відмінно Добре Погано

Заняття спрямовано на потреби практичної діяльності?

Відмінно Добре Погано

Методика проведення заняття сподобалась?

Відмінно Добре Погано

Далі

Рисунок 3.1 – Перша сторінка онлайн опитування

Після того, як користувач відповів на усі запитання, кнопка «Далі» стає активно, та користувач може перейти до наступної сторінки опитування. Рисунок 3.2 описує активну кнопку.

Чи сподобалось вам заняття?

Відмінно Добре Погано

Зміст заняття актуальний?

Відмінно Добре Погано

Заняття спрямовано на потреби практичної діяльності?

Відмінно Добре Погано

Методика проведення заняття сподобалась?

Відмінно Добре Погано

Далі

Рисунок 3.1. – Активна кнопка «Далі на першій сторінці опитування»

По натисканню кнопки «Далі», усі данні вибрані користувачем записуються, та користувач переходить до наступної сторінки з типом опитування «Шкала». Натиснувши на блок вибору, юзер обирає потрібне йому значення біля кожного питання. Рисунок 3.3 описує другу сторінку з неактивною кнопкою «Далі»

1 ▼ Оцініть рівень цікавості заняття

1 ▼ Оцініть рівень актуальності заняття

1 ▼ Оцініть рівень практичної користі заняття

1 ▼ Оцініть загальний рівень заняття

Далі

Рисунок 3.3 – Початкова сторінка другого типу оцінювання

Після того, як студент відповів на усі запитання, кнопка «Далі» активується, та додаток дає можливість перейти до наступного блоку з розгорнутими відповідями типу «Коментар»

The image shows a survey interface with four rating questions, each with a dropdown menu and a label. The dropdowns are currently set to '4'. The labels are: 'Оцініть рівень цікавості заняття', 'Оцініть рівень актуальності заняття', 'Оцініть рівень практичної користі заняття', and 'Оцініть загальний рівень заняття'. To the right of the last question, there is a blue button labeled 'Далі'. The dropdown for the last question is open, showing a list of numbers from 1 to 10, with '4' selected and highlighted in blue.

4 ▼	Оцініть рівень цікавості заняття
3 ▼	Оцініть рівень актуальності заняття
4 ▼	Оцініть рівень практичної користі заняття
4 ▼	Оцініть загальний рівень заняття

Далі

Рисунок 3.4. – Друга сторінка опитування з активною кнопкою «Далі»

Потрапивши на наступну сторінку, користувач повинен дати розгорнуту відповідь, на запитання типу «Коментар». Максимально доступна кількість слів, що юзер може ввести дорівнює 500. На рисунку 3.5. зображена третя сторінка онлайн-опитування.



Що би Ви додали до змісту заняття?

Напишіть ваші побажання

---

Що би Ви додали до змісту заняття з позицій практики?

Напишіть ваші побажання

---

Що би Ви змінили у методиці проведення заняття?

Напишіть ваші побажання

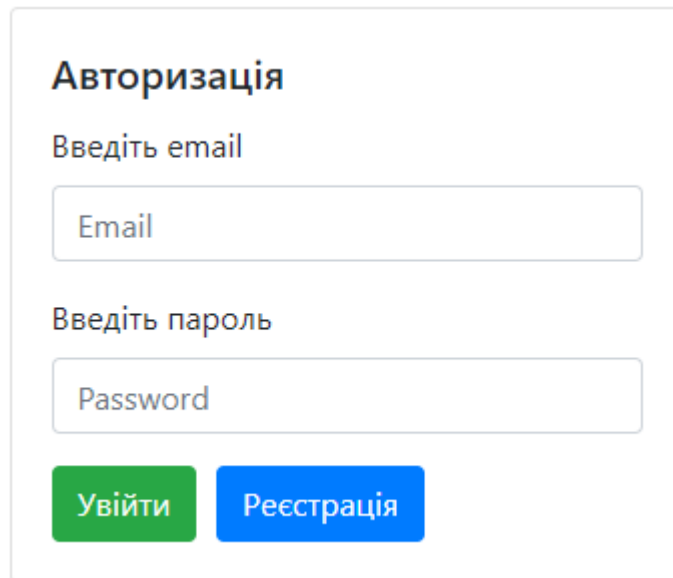
---

Завершити

Рисунок 3.5. – Третя сторінка онлайн-опитування, блок типу «Коментар»

Після введення усіх даних, кнопка «Завершити» стає активною, та користувач може завершити опитування. Після цього, усі данні введені з трьох сторінок зберігаються за поточною датою та номером лекції, та відправляються на сервер. Доступ до них дозволено лише викладачу.

У строчці браузеру викладач переходить за посиланням “/auth-page” та потрапляє на форму реєстрації. Якщо користувач вже зареєстрований в системі, йому потрібно натиснути кнопку «Реєстрація», та заповнити свої данні для входу. Після чого, він потрапляє у базу, та його аккаунт з’являється у перелітні непідтверджених аккаунтів супер-юзера. Після підтвердження акаунту, йому дозволено вхід до адмін-панелі та використання усіх можливостей роботи додатку. Форму реєстрації зображено на рисунку 3.6.



**Авторизація**

Введіть email

Email

Введіть пароль

Password

Увійти Реєстрація

Рисунок 3.6 – Форма логіну користувача

Після того, як зареєстрований користувач ввів свої данні, він натискає на кнопку «Увійти». Якщо автентифікація користувача пройшла успішно, його буде переведено до адмін-панелі. Якщо користувач ввів некоректно логін або пароль, система сповістить його про це та потребує повторного введення даних для логіну.

Потрапивши до адмін-панелі, користувач бачить головну сторінку, зі своїми даними. Додаток дає можливість редагувати персональні данні, такі як пароль, логін та ім'я. Для генерації посилання для проходження опитування, викладачу блоці вибору потрібно обрати номер потрібної лекції та поточну дату опитування. Після цього натиснувши на кнопку «Згенерувати посилання», у полі вводу з'явиться посилання, яке потрібно студентам для переходу та проходження онлайн опитування. Приклад основної сторінки адмін-панелі зображено на рисунку 3.7.

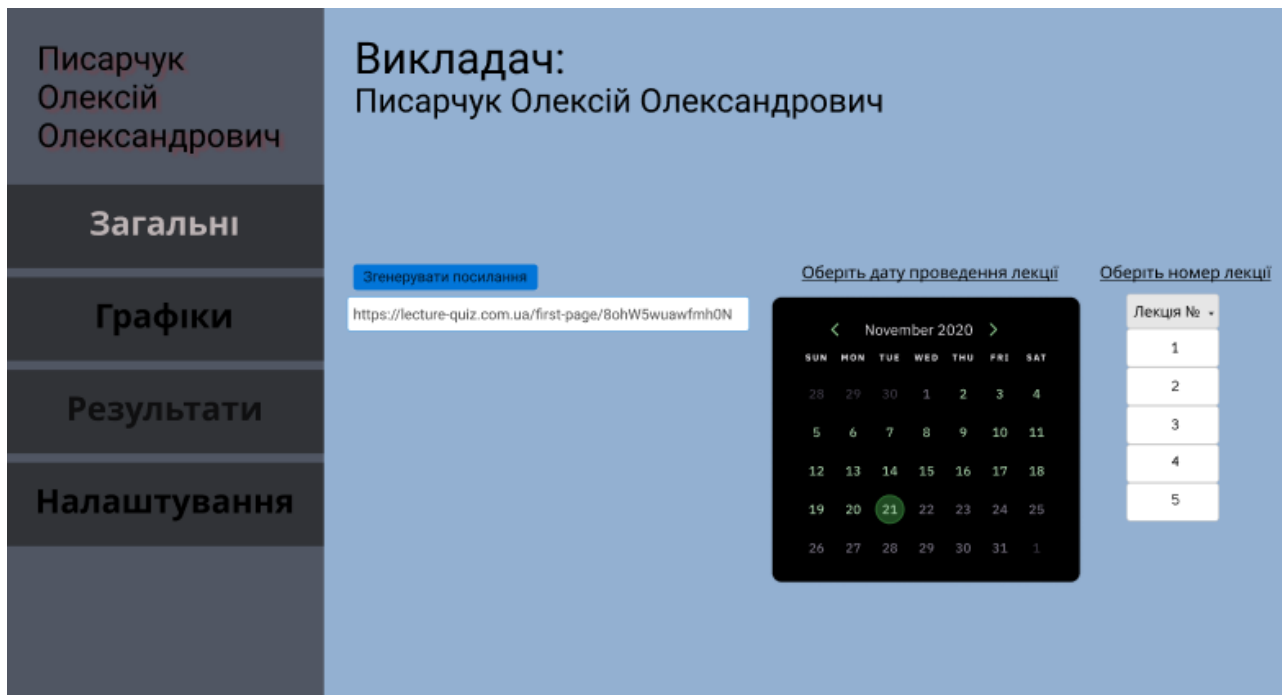


Рисунок 3.7 – Загальна сторінка адмін-панелі

Натиснувши кнопку «Результати», користувач переде до сторінки з результатами опитування. Юзеру потрібно обрати номер бажаної лекції, та дату її проведення. Після цього, з'явиться таблиця з результатами опитувань з усіма оцінками по першому та другому блоку. Якщо ввести тільки дату, то додаток відобразить результати за усіма лекціями за обрану дату. Також є можливість відсортувати данні за номером лекції. Також додаток відображає інтегровану оцінку ефективності за обрану лекцію, або день. Вона рахується з усіх оцінок, записаних студентами у форми онлайн опитування. Натиснувши кнопку «Коментарі», відкриється таблиця з усіма коментарями, які залишили студенти. Для кращого читання та розуміння, вони сортируються за питанням. Також в кожного є свій ідентифікатор. Це зроблено для того, щоб при виявленні поганих оцінок у попередній таблиці, викладач міг прочитати розгорнуту відповідь, та узнати, чому саме студент так вважає. Це дає змогу у подальшому проаналізувати проведення лекції, та змінити потрібне за вимогами у кращу сторону. На Рисунку 3.8. зображена сторінка з результатами опитування.

Писарчук  
Олексій  
Олександрович

Викладач:  
Писарчук Олексій Олександрович

## Результати опитування

Оцінки
Коментарі

Введіть номер лекції 3 Введіть дату 24.11

Інтегрована оцінка

0,56  
Добре

№	Перший блок				Другий блок				Дата	№ Лекції
	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	3	2	2	3	7	10	8	8	24.11	3
2	1	2	2	3	8	2	9	5	24.11	3
3	3	3	3	3	8	8	8	6	24.11	3
4	2	3	2	1	10	9	5	9	24.11	3
5	2	3	3	3	5	5	10	8	24.11	3
6	1	1	1	1	6	8	2	6	24.11	3
7	2	2	1	3	5	6	9	5	24.11	3

Рисунок 3.8. – Результати онлайн-опитування

### 3.2. Програмна документація

Виходячи із того, що дана розробка є веб-додатком, мінімальні технічні вимоги стосуються тільки версії браузеру.

Назва браузеру	Мінімальна версія
Edge	79-86
Firefox	69-82
Chrome	64-86
Safari	13.1
Opera	52-71
IOS Safari	13.7
Opera Mobile	59
Chrome for Android	87

Таблиця 3.2.1 – Мінімальні вимоги допустимих браузерів

Надалі буде описана інструкція з роботи веб-додатку для аналітичного оцінювання якості навчального заняття.

Робота веб додатку починається з викладача. Додаток розташовано за посиланням <https://lecture-quiz.com.ua/>. Прописавши дану адресу, відбувається переправлення користувача до вікна з авторизацією з посиланням <https://lecture-quiz.com.ua/auth-page>. Для того щоб отримати доступ до адмін-панелі, потрібно авторизуватися.

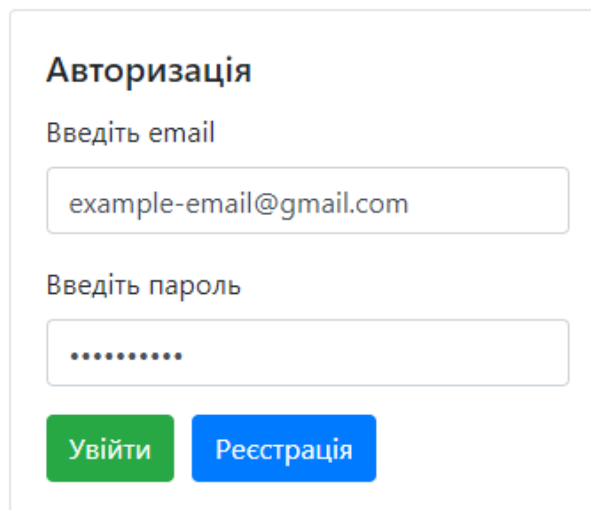


Рисунок 3.2.2 – Автентифікація користувача

Після успішної автентифікації, викладач потрапляє до адмін-панелі, де має доступ до усіх можливостей додатку.

Наступним етапом є генерація посилання викладачем, за яким можна пройти опитування. У вкладці «Загальні», потрібно обрати потрібну дату, та номер лекції. Далі викладач натискає кнопку «Згенерувати посилання» та отримує активне посилання.

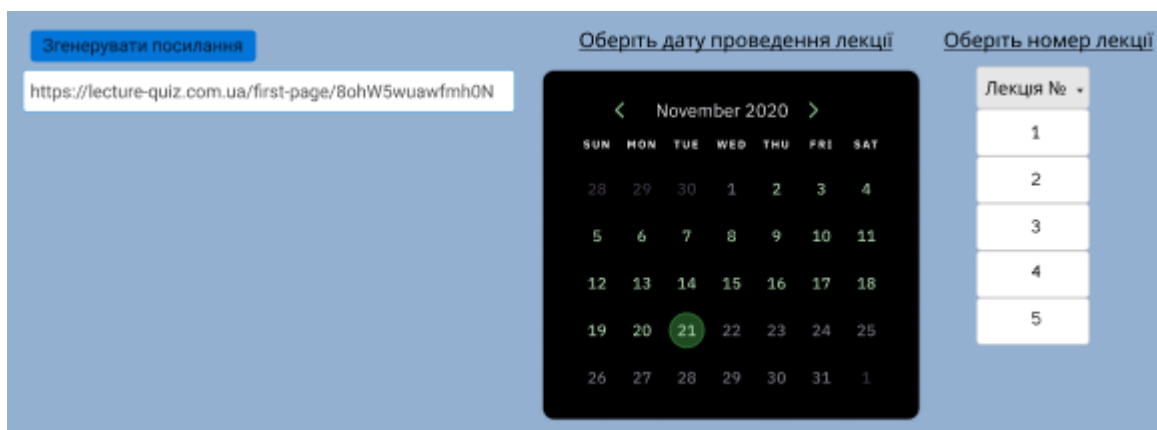


Рисунок 3.2.3 – Приклад генерації посилання

Надалі викладач поширює існуюче посилання до студентів, та вони мають доступ для проходження тестування. Приклад опитування зображено на рисунку 3.2.4.

Чи сподобалось вам заняття?

Відмінно Добре Погано

Зміст заняття актуальний?

Відмінно Добре Погано

Заняття спрямовано на потреби практичної діяльності?

Відмінно Добре Погано

Методика проведення заняття сподобалась?

Відмінно Добре Погано

Далі

Рисунок 3.2.4. – Приклад проходження тестування

Для відповіді на запитання, потрібно натиснути на кнопку, яка, на думку студента відповідає дійсності. Відповівши на усі запитання, користувач натискає кнопку «Далі» та переходить до наступного блоку.

Відповівши на усі запитання у доступних блоках, викладач отримує анонімні результати та опитування вважається завершеним.

У власному кабінеті користувача, викладач бачить отримані результати у виді таблиці. Для отримання потрібних даних, потрібно обрати номер лекцію, та дату проведення. Після вибору потрібних критеріїв, інтегрована оцінка рахується автоматично – рисунок 3.2.5.

Введіть номер лекції

3

Введіть дату

24.11

Інтегрована оцінка

№	Перший блок				Другий блок				Дата	№ Лекції
	1	2	3	4	1	2	3	4		
1	3	2	2	3	7	10	8	8	24.11	3
2	1	2	2	3	8	2	9	5	24.11	3
3	3	3	3	3	8	8	8	6	24.11	3
4	2	3	2	1	10	9	5	9	24.11	3
5	2	3	3	3	5	5	10	8	24.11	3
6	1	1	1	1	6	8	2	6	24.11	3
7	2	2	1	3	5	6	9	5	24.11	3

0,56

Добре

Рисунок 3.2.5. – Отримання інтегрованої оцінки навчального заняття

## **ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 3**

У даному розділі було розглянуто принцип застосування інтерактивного додатку аналітичного оцінювання якості навчального заняття. Було продемонстровано усі практичні можливості роботи інтерфейсу користувачів, як студента, так і викладача. Було розглянуто адмін-панель та способи взаємодії викладача зі студентами.

Була описана інструкція користувача із прикладами роботи додатку. Розглянуті можливі сценарії роботи та алгоритм використання застосунку. Були сформовані основні мінімальні технічні вимоги, завдяки яким веб-додаток працює коректно.



## РОЗДІЛ 4

### РОЗРОБКА СТАРТАП-ПРОЕКТУ

У даному розділі магістерської роботи проводиться розробка стартап-проекту за темою «Інтерактивний додаток аналітичного оцінювання якості навчального заняття»

#### 4.1. Опис ідеї проекту

В табл. 4.1. описується зміст та цілі розробки проекту, можливі шляхи практичного використання додатку та загальні переваги, які користувач зможе отримати при використанні розроблюваного продукту

Таблиця 4.1. Опис ідеї стартап-проекту

<i>Зміст ідеї</i>	<i>Напрямки застосування</i>	<i>Вигоди для користувача</i>
Розробка додатку для аналітичного оцінювання якості навчального заняття	Вищі навчальні заклади	Аналітика успішності проведеного заняття, отримання відгуку від студентів

Наступним кроком є розробка ринкової стратегії проекту, де буде аналізовано вибір цільових груп користувачів, аналіз конкурентів та визначення стратегії позиціонування. В таблиці 4.2. описується вибір цільових груп потенційних споживачів.

Таблиця 4.2. Вибір цільових груп потенційних споживачів.

№ п/п	Опис профілю цільової групи потенційних клієнтів	Готовність споживачів сприйняти продукт	Орієнтовний попит в межах цільової групи (сегменту)	Інтенсивність конкуренції в сегменті	Простота входу у сегмент
-------	--	---	---	--------------------------------------	--------------------------

1	Комерційні Підприємства та Компанії	Даний продукт вже використовується у деяких компаніях, споживач готовий прийняти його	Середній: галузь потребує цього для успішного розвитку	Не дуже інтенсивна. Деякі компанії вже використовують аналоги даного продукту	Деякі підприємства використовують інші методи оцінювання, тому вхід у сегмент буде не дуже простим
2	Навчальні заклади	Споживач готовий його прийняти з заохоченням, бо це майже не використовувався у даній галузі	Високий: галузь потребує цього для вдосконалення навчального плану	Не дуже інтенсивно. Деякі навчальні заклади вже використовують розроблені додатки.	Просто
Які цільові групи обрано: 1,2					

Було проаналізовано декілька цільових груп можливих користувачів даного додатку, та прийнято рішення, що обидві підходять для впровадження продукту.

#### **4.2. Розвиток ринкової стратегії стартап-проекту**

В таблиці 4.3. описується базова стратегія розвитку стартап проекту, описана стратегія охоплення ринку, базова стратегія розвитку, ключові конкурентоспроможні позиції.

Таблиця 4.3. Розвиток базової стратегії розвитку

№ п/ п	Обрана альтернатива розвитку проекту	Стратегія охоплення ринку	Ключові конкурентоспромо жні позиції відповідно до обраної альтернативи	Базова стратегія розвитку*
1	Розширення кількості функціоналу додатку.	Вибірчий розподіл	-адаптивність додатку -швидкодія -збільшена кількість можливостей	Стратегія диференціації

У таблиці 4.4 проводиться аналіз стратегії конкурентної поведінки

Таблиця 4.4. Визначення базової стратегії конкурентної поведінки

№ п/п	Чи є проект «першопрохідцем» на ринку?	Чи буде компанія шукати нових споживачів, або забирати існуючих у конкурентів?	Чи буде компанія копіювати основні характеристики товару конкурента, і які?	Стратегія конкурентної поведінки
1	Майже. Існують програми проведення онлайн- опитування	Забирати існуючих	Можна забрати елементи дизайну та деякі головні функції	Стратегія лідера

2	Так. Основною перевагою є адаптивність додату та швидкодія	Забирати існуючих та шукати нових	Ні, оскільки немає у кого копіювати	Стратегія лідера
---	--	-----------------------------------	-------------------------------------	------------------

Проаналізував унікальність на ринку, було обрано застосувати стратегію лідера.

Наступним пунктом є визначення стратегії позиціонування товару на ринку, це описується у таблиці 4.5.

Таблиця 4.5. Визначення стратегії позиціонування

№ п / п	Вимоги до товару цільової аудиторії	Базова стратегія розвитку	Ключові конкурентоспроможні позиції власного стартап-проекту	Вибір асоціацій, які мають сформувати комплексну позицію власного проекту (три ключових)
1	Прискорення роботи програми через розробку сучасними інструментами	Конкурентне позиціонування	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Оптимізація</li> <li>- Універсальність</li> <li>- Доступ через будь який пристрій</li> <li>- Підтримка та зворотній зв'язок</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Прискорення</li> <li>Універсальність</li> <li>Увага до потреб споживачів</li> </ul>

#### 4.3. Розробка маркетингової програми стартап-проекту

Наступним етапом є розробка маркетингової програми стартап-проекту. Будуть розглянуті основні переваги товару, аналіз ринків збуту та концепції розвитку товару. На таблиці 4.6 описуються ключові переваги потенційного продукту.

Таблиця 4.6. Визначення ключових переваг концепції потенційного товару

№ п/п	Потреба	Вигода, яку пропонує товар	Ключові переваги перед конкурентами (існуючі або такі, що потрібно створити)
1	Адаптивність	Використання веб додатку	-Універсальність -Нові функції -Ціна
2	Швидкодія	Використання сучасних технологій	
3	Зручність та зрозумілість	Зручний інтерфейс користувача	

У таблиці 4.7 описані три рівні моделі товару.

Таблиця 4.7 Опис трьох рівнів моделі товару

Рівні товару	Сутність та складові		
I. Товар за здумом	Web-додаток для обчислення показників ефективності, з можливістю прогнозування успішності роботи компанії, отримання загальних звітів, оцінка роботи кожного із співробітників або одиниці яка оцінюється.		
II. Товар у реальному виконанні	Властивості/характеристики	М/Нм	Вр/Тх /Тл/Е/Ор
	1. Веб-додаток	Нм	Тх
	2. Оптимізований код	Нм	Е
	3. Доступ до ресурсу з будь-якого сучасного пристрою	Нм	Тх
	4. Переносимість вихідних та вхідних	Нм	Тх

	даних(зберігається в онлайн хранилищі)		
	Якість: параметри тестування		
	Пакування: опис структури модулів та алгоритмів роботи		
	Марка: КПП «Super Useful KPI»		
III. Товар із підкріпленням	До продажу: базові функції		
	Після продажу: підтримка додатку, удосконалення функціоналу, розробка нових модулів та компонентів		
За рахунок чого потенційний товар буде захищено від копіювання: Завдяки тому що код програми є завчасно скомпільованим, отримати його код буде занадто важче. Також товар буде захищений ліцензією та договорами, які захищають від копіювання.			

У таблиці 4.8 проаналізовані ціни на продукти замітники та аналоги. Розрахована ціна розробляемого продукту.

Таблиця 4.8. Визначення меж встановлення ціни

№ п/п	Рівень цін на товари-замінники	Рівень цін на товари-аналоги	Рівень доходів цільової групи споживачів	Верхня та нижня межі встановлення ціни на товар/послугу
1	До 150 000	Від 20 000	5-50 млн/рік	Базова підписка – 1000/міс Преміум підписка з розширеним функціоналом та

				підтримкою 24/7 - 5000/міс
--	--	--	--	-------------------------------

У таблиці 4.9 описані системи збуту продукту.

Таблиця 4.9. Формування системи збуту

№ п/п	Специфіка закупівельної поведінки цільових клієнтів	Функції збуту, які має виконувати постачальник товару	Глибина каналу збуту	Оптимальна система збуту
1	Обмежені фінансові можливості Вимоги до оформлення	Пошук клієнтів, презентація, консультація, допомога з юридичними питаннями	1	Презентація товару, публікації, пропозиції до керівництва науковим центром або до міністерства освіти та науки
2	Великі фінансові можливості Зацікавленість в інноваційних продуктах	Презентація, консультація	1	Презентація товару, виставки, публікації, спеціальні пропозиції

У таблиці 4.10. описана концепція маркетингових комунікацій

Таблиця 4.10. Концепція маркетингових комунікацій

№ п/п	Специфіка поведінки цільових клієнтів	Канали комунікацій, якими користуються цільові клієнти	Ключові позиції, обрані для позиціонування	Завдання рекламного повідомлення	Концепція рекламного звернення
1	Зручність Ефективність Надійність	Контент, публікації	Прискорення, підтримка	Донести до власників компанії, що продукт може спростити та прискорити їх обчислення	Оцінюйте якість свого працівника якісно! Не надурили ні себе ні його!
2	Оформлення Наочність Зручність Дешевизна	Контент, публікації, блоги	Зручність, допоміжні послуги	Донести до керівників освітніх закладів, що продукт — те, що треба для покращення контролю якості оцінювання спеціалістів	Оцінюйте якість навчання свого студента за будь який період, отримай динаміку захоплення студента учобою.



#### 4.4. Аналіз ринкових можливостей стартап-проекту

Наступним етапом розробки є аналіз ринкових можливостей запуску стартап-проекту. У таблиці 4.11. описана характеристика потенційних клієнтів.

Таблиця 4.11. Характеристика потенційних клієнтів.

№ п/п	Потреба, що формує ринок	Цільова аудиторія (цільові сегменти ринку)	Відмінності у поведінці різних потенційних цільових груп клієнтів	Вимоги споживачів до товару
1	Систематизація та отримання загального звіту виконаної роботи за певними проміжками часу	Компанії з великим штатом співробітників Навчальні заклади Фабрики та підприємства	Товар можна використовувати у будь-якій галузі для оцінки задоволення працею робітників даного підприємства.	1) Адаптивність продукту 2) Зрозумілість у використанні 3) Підтримка продукту 4) Швидкодія

У таблиці 4.12. будуть проаналізовані фактори можливих загроз, що приведе до неуспішного розвитку даного продукту.

Таблиця 4.12. Фактори можливих загроз

№ п/п	Фактор	Зміст загрози	Можлива реакція компанії
1	Open source продукти на ринку	Підвищення конкуренції	Покращення власного продукту, технічна підтримка, створення безкоштовної обмеженої версії продукту.

2	Наявність великих компаній серед потенційних конкурентів	Конкуренція із завідомо більш сильним суперником	Орієнтація на інші цільові аудиторії, уникнення прямої конкуренції
3	Важкість виходу на міжнародний ринок	Формальні обмеження, необхідність просування продукту	Кампанія просування продукту, юридичні консультації щодо міжнародного права.

У таблиці 4.13. будуть проаналізовані фактори можливостей розвитку стартап-проекту.

Таблиця 4.13. Фактори можливих загроз

№ п/п	Фактор	Зміст можливості	Можлива реакція компанії
1	Невелика кількість сильних конкурентів, відсутність лідерів	Невисокий рівень конкуренції, наявність великої кількості потенційних ніш	Орієнтація на унікальність продукту Орієнтація на додаткові послуги

У таблиці 4.14. буде проведений ступеневий аналіз конкуренції на ринку, розглянуті особливості конкурентного середовища.

Таблиця 4.14. Ступеневий аналіз конкуренції на ринку

Особливості конкурентного середовища	В чому проявляється дана характеристика	Вплив на діяльність підприємства (можливі дії компанії, щоб бути конкурентоспроможною)
1. Вказати тип конкуренції - чиста	Наявно багато компаній, інститутів та окремих розробників, проте всі	Орієнтація компанії на універсальність рішення, на обширний

	вони відносяться до суміжних галузей. Наявні рішення стосуються певних конкретних задач та не є універсальними. Конкретної компанії-лідера або групи лідерів як такої немає	функціонал та швидкодію
2. За рівнем конкурентної боротьби - глобальний	Засоби для обчислення ефективності потребують у багатьох галузях в усьому світі	Розширення ринку збуту, популяризація продукту на світовому ринку
3. За галузевою ознакою -внутрішньогалузева	Конкуренція обмежена галуззю інформаційних технологій	Підтримка досліджень в області фінансів
4. Конкуренція за видами товарів: - товарно-видова	Конкуренція орієнтована на розробку оптимального товару	Удосконалення продукту, потужна підтримка
5. За характером конкурентних переваг -нецінова	Конкурентними перевагами є, в першу чергу, характеристики продукту та її адаптивність.	Необхідно зробити продукт максимально ефективним
6. За інтенсивністю - не марочна	Є декілька брендів даного продукту. В першу чергу звертається увага на функціонал додатку та швидкодію.	Першочергова увага має приділятися характеристикам, які потрібні споживачам

У таблиці 4.15. проведено аналіз конкуренції в галузі за морфологічним портретом, розглянуті потенційні конкуренти, розглянуті основні клієнти.

Таблиця 4.15 Аналіз конкуренції в галузі за морфологічним портретом

	Прямі конкуренти в галузі	Потенційні конкуренти	Постачальники	Клієнти	Товари-замінники
Складові аналізу	Відсутні	1. Google 2. Survio 3. Survey Monkey	1. Власники бізнесу 2. Компанії 3. наукові / освітні установи 4. IT-компанії	Кінцеві споживачі: студенти, користувачі софту	1) Google Forms 2) Google Classroom 3) Survio 4) Survey Monkey
Висновки:	Інтенсивність конкуренції невелика. Розробки конкурентів пересікаються лише в тому, що мають більший набір можливостей. Технології	Можливості для входу на ринок є, але варто звертати увагу на потенційних конкурентів, оскільки вони досить потужні. Кількох років	Мають великий вплив і диктують умови на ринку	Користувачі впливають на продукт (оскільки обирають сервіси)	Наявні такі ключові загрози: 1) Зіткнення із сильним конкурентом 2) Складність

	використовуються принципово різні, особливості теж розрізняються	має вистачити для входу на ринок.			виходу на ринок
--	--	-----------------------------------	--	--	-----------------

У таблиці 4.16. проводиться обґрунтування факторів конкурентоспроможності.

Таблиця 4.16. Обґрунтування факторів конкурентоспроможності

№ п/п	Фактор конкурентоспроможності	Обґрунтування (наведення чинників, що роблять фактор для порівняння конкурентних проектів значущим)
1	Прискорення роботи програм	<p>1) Галузі навчання не можуть розуміти на скільки успішно викладається матеріал. Для покращення рівня знань, потрібно проводити опитування серед студентів.</p> <p>2) Розробники аналогів даного продукту використовують десктопні версії. Підключення до баз даних та запити потребують багато ресурсів системи та додаток може працювати з дуже повільною швидкістю.</p>

2	Зручність та зрозумілість	В першу чергу, це необхідно освітнім та науковим закладам, бо сучасні студенти зазвичай не дуже люблять працювати в консолі. В ІТ це робиться за допомогою API, GUI їх мало цікавить, для них оптимально розроблене рішення надавати в формі бібліотеки.
3	Адаптивність додатку	Це необхідно для кожного користувача програми. Він може звернутися до потрібних даних з будь, якого свого пристрою. Не потрібно скачувати окремо на свій смартфон, ноутбук або інший пристрій, Web-додаток є універсальним.

Наступним етапом проведемо оцінку сильних та слабких сторін проекту порівняно із конкуруючими розробками, Цей етап наведено в таблиці 4.17.

Таблиця 4.17. Порівняльний аналіз сильних та слабких сторін

№ п/ п	Фактор конкурентоспроможності	Бали 1-20	Рейтинг товарів-конкурентів						
			-3	-2	-1	0	+1	+2	+3
1	Прискорення роботи програм	12				+			
2	Зручність та зрозумілість	9						+	
3	Адаптивність додатку	15						+	

Наступним кроком є формування SWOT-аналізу. Його зображено в табл. 4.18.

Таблиця 4.18. SWOT-аналізу стартап-проекту

<p><b>Сильні сторони:</b></p> <p>Продукт є універсальним, може бути застосований для різних задач та різних типів систем. Надає широкі можливості щодо прискорення виконання як користувацьких програм так і будь-яких інших обчислень.</p>	<p><b>Слабкі сторони:</b></p> <p>Компанія є молодого та маловідомою. Має замалі фінансові можливості та потребує інвестицій.</p>
<p><b>Можливості:</b></p> <p>Привернення уваги до Web-додатку для аналітичного оцінювання якості навчального заняття. Додаткові послуги у вигляді техпідтримки та можливість пропозиції кількох версій продукту з різною функціональністю та різною ціною дають додаткову можливість отримати перевагу.</p>	<p><b>Загрози:</b></p> <p>Обмеженість можливостей компанії щодо підтримки та просування. Є імовірність розробки конкурентами кращого рішення.</p>

Отримав данні із проведеного аналізу, були сформовані декілька альтернативних можливостей розвитку на ринку та засоби їх впровадження.

Таблиця 4.18. Альтернативи ринкового впровадження стартап-проекту

№ п/п	Альтернатива (орієнтовний комплекс заходів) ринкової поведінки	Ймовірність отримання ресурсів	Строки реалізації
1	Співпраця із компанією чи компаніями, що займаються розробкою онлайн опитувань	≈50%, оскільки потенційні партнери зацікавлені в отриманні універсальних рішень	Приблизно рік

2	Співпраця із науково-дослідницькими установами	≈70%, оскільки, з одного боку, таке партнерство забезпечить перевагу в наукових засобах. З іншого боку, ці установи обмежені в ресурсах.	Менше року
---	--	--	------------



## **ВИСНОВОК ДО РОЗДІЛУ 4**

У даному розділі описується та виконується документування та аналіз стартап- проекту, визначаються та демонструються потенційно слабкі та сильні сторони ідеї, визначено потенційну технічну можливість його розробки.

Було з'ясовано, що ринок володіє високим рівнем конкуренції з боку великої кількості компаній, однак ціна ліцензії на застосування їх розробок також є достатньо високою.

Був проведений аналіз потенційної стратегії ринку орієнтуючись на малий та середній бізнес, відкидаючи варіант націлення на великий бізнес через вже існуючі їх взаємодії із бувалими гравцями на ринку.

В підсумку, було створено модель стартап-проекту з можливим успішним виходом на ринок на позицію лідера за час рівний приблизно пів року.

## ВИСНОВКИ

Даний дипломний проект був присвячений розробці інтерактивного додатку для аналітичного оцінювання якості навчального заняття. У першому розділі, було проаналізовано відомі методологічні та технологічні рішення, щодо оперативного оцінювання занять. Були розглянуті аналоги створюваного додатку, розписані переваги та недоліки кожного з них. Сформована задача та поставлені часткові задачі дослідження.

Другий розділ магістерської дисертації описує розробку інтерактивного додатку. Була розроблена методика та узагальнена модель багатокритеріального оцінювання. Були проведені дослідження, за допомогою яких можна визначити на скільки ефективно була проведена лекція. Також була розроблена інженерія вимог, яка включає усі взаємодії користувача із додатком, як для студента, так і для викладача. Архітектура реалізованого програмного продукту складається із паралельно розробленої клієнтської та серверної частини. Front-end програмно реалізована, з використанням бібліотек ReactJS, Redux та інструментом Bootstrap. Back-end частина реалізована за допомогою програмної платформи Node.js та допоміжних бібліотек таких, як Express. База даних була реалізована за допомогою NoSQL системи – MongoDB. Побудована юзкейс-діаграма, структурна схема, блок схема та програмна документація програмного продукту.

Проведено тестування розробляемого продукту, та було отримано добрі показники. Веб-додаток працює коректно, без дефектів та багів, усі значення порашовані вірно. Усі задачі дослідження були реалізовані та веб-додаток вважається повністю готовим для релізу.

## Список використаної літератури

1. Писарчук О.О. Методологічні основи наукових досліджень. Математичне моделювання та оптимізація складних систем / Грабар І.Г., Данник Ю.Г., Писарчук О.О., Гуменюк М.О. та інші. Навчальний посібник. – Житомир: ЖВІ ДУТ, 2015. – 680 с.
2. Писарчук О.О. Багатокритеріальні математичні моделі ситуаційного управління та самоорганізації у складних інформаційних системах / Писарчук О.О., Данник Ю. Г., Шестаков В.І., Соколов К.О., та інші. – Монографія. – Житомир: ПП «Рута», 2016. – 232 с.
3. Писарчук О.О. Нелінійне та багатокритеріальне моделювання процесів у системах керування рухом / Писарчук О.О., Харченко В.П. – Монографія. – К.: Інститут обдарованої дитини, 2015. – 248 с.
4. Плас Дж. Вандер Python для сложных задач: наука о данных и машинное обучение. — СПб.: Питер, 2018. — 576 с.: ил. — (Серия «Бестселлеры O'Reilly»).
5. Методика і технології оцінювання діяльності загальноосвітнього навчального закладу: посібник/ав.: Ляшенко О. І., Лукіна Т. О., Булах І. Є., Мруга М. Р. – К.: Педагогічна думка, 2012.– 160 с.
6. Основи педагогічного оцінювання: [навчальнометодичний посібник] / Т.М.Канівець. – Ніжин: Видавець ПП Лисенко М.М., 2012. — 102 с.
7. Pro MERN Stack: Full Stack Web App Development with Mongo, Express, React, and Node. URL: <https://www.pdfdrive.com/pro-mern-stack-full-stack-web-app-development-with-mongo-express-react-and-node-e167655083.html>
8. Математична модель багатокритерійного оцінювання ефективності інтернет-сайтів цільового спрямування. URL: <http://eztuir.ztu.edu.ua/bitstream/handle/123456789/4648/13.pdf?sequence=1&isAllowed=y>
9. Способи завдання домашньої роботи. URL: [https://informatikailin.ucoz.ua/publ/metodichna\\_skrinka/vchitelju\\_na\\_zamitku/sposobi\\_zavdannja\\_domashnoji\\_roboti/3-1-0-10](https://informatikailin.ucoz.ua/publ/metodichna_skrinka/vchitelju_na_zamitku/sposobi_zavdannja_domashnoji_roboti/3-1-0-10)

10. Способи завдання домашньої роботи. URL: <https://internat3.org.ua/nazamitku-vchitelyu-ta-vihovatelyu>
11. Комп'ютер як засіб навчання. URL: [http://8ref.com/4/referat\\_45128.html](http://8ref.com/4/referat_45128.html)
12. Персональний комп'ютер як засіб навчання. URL: [http://tznandikt8.blogspot.com/2016/02/blog-post\\_22.html](http://tznandikt8.blogspot.com/2016/02/blog-post_22.html)
13. Маркетинг соціальних послуг: Навчальний посібник / Під ред. д.філос.н., проф. В.Г. Воронкової. -К.: „Видавничий дім „Професіонал”, 2008 - 576 с
14. Мониторинг государственных и муниципальных услуг в регионе как стратегический инструмент повышения качества регионального управления: опыт, проблемы, рекомендации / С.И. Неделько, А.В. Осташков, С.В. Матюкин и др. - Москва, 2008. - 321 с. - С. 121-124.
15. Постанова Кабінету Міністрів України від 11.05.2006 р. № 614 “Про затвердження Програми запровадження системи управління якістю в органах виконавчої влади”// Офіційний вісник України. - 2006. - № 20. - Ст. 1435.
16. Бочкин А. И. Методика преподавания информатики: Учеб. пособие. — М.: Высш. шк., 1998. — 431 с.: ил.
17. The Road to learn React: Your journey to master plain yet pragmatic React.js Paperback – March 9, 2018 by Robin Wieruch
18. <https://ru.wikipedia.org/wiki/Mongo>. – [Електронний ресурс]. – MongoDB.
19. Остроух А. В. Веб-разработка/ Остроух А. В. – Красноярск: Научноинновационный центр, 2015. – 110 с.
20. <https://ua.wikipedia.org/wiki/NodeJS>. – [Електронний ресурс]. – Програмна платформа Node.js.

21. <https://metanit.com/js/tutorial/1.1.php>. – [Електронний ресурс]. – Мова програмування JavaScript. 5. Ріхтер Д. HTML, CSS, ECMAScript
22. 5-те видання/ Ріхтер Д. – Львів: Центр ЛНУ ім. І. Франка, 2011.- 567 с.
23. <https://metanit.com/js/tutorial/1.2.php>. – [Електронний ресурс]. – Робота з Visual Studio Code.